

فوق البنفسجي

ultraviolet

ultraviolet (sm)

Ultraviolet (sn)

منطقة من ← الطيف تصل بالجزء (البنفسجي) قصير الموجه من الطيف البصري. والإشعاع فوق البنفسجي غير مرئي؛ فوجاته أقصر من حوالي ٤٠٠٠ أنجستروم (4×10^{-7} سم) وتمتد حتى حوالي ١٠٠ أنجستروم (أى 10^{-6} سم)، حيث تصل بموجات أشعة رونتجن.

فوق عملاق

supergiant

supergéante (sf)

Ultrariese (sm)

هو نجم قطره كبير نسبيا، ومن هنا فله لمعان مطلق كبير ويقع في ← شكل هرتر سبينج - رسل فوق فرع الهالقة وينتمي إلى نوع القوه الإشعاعية I.

فوهات البراكين

lunar craters

cratères lunaires (pm)

Kratergruben (pf)

من تضاريس سطح ← القمر.

فيدمان شتن (أشكال)

Widmanstätten

← نيزك

فيزياء الشمس

solar physics

physique solaire (sf)

Sonnemphysik (sf)

هى إحدى فروع ← الفيزياء الفلكية التى تهتم بدراسة الشمس.

الفيزياء الفلكية

astrophysics

astrophysique (sf)

Astrophysik (sf)

هى إحدى فروع ← علم الفلك، وتبحث فى التركيب الطبيعى للأجرام السماوية. وفى حين يهتم الفلك الكلاسيكى بالاتجاه الذى يأتي منه ضوء الأجرام السماوية وكذلك حركة تلك الأجرام حول بعضها تحت تأثير جذب الكتلة، تقوم الفيزياء الفلكية بدراسة شدة طيف هذه الأجرام السماوية

الفوتومتري الفلكي

astronomical photometry

photométrie astronomique (sf)

Astrophotometrie (sf)

← الفوتومتري

الفوتومتري متعدد الألوان

multiple color photometry

photometrie de couleur multiple (sf)

Mehrfarphotometrie (sf)

هى إحدى الطرق لقياس لمعان النجوم فى مجالات طيفيه عديده؛ ← الفوتومتري.

الفوتوملتبلاير

photomultiplier

photomultiplier (sm)

Photomultiplier (sm)

هو نفس معنى مكثف الإلكترونات؛ الفوتومتر.

الفوتون

photon

photon (sm)

Photon (sm)

هو ← الكم الضوئى.

فوجل

Vogel

هو الفيزيائى الفلكي «هيرمان كارل فوجل» المولود بتاريخ ٣ أبريل عام ١٨٤١ بمدينة ليبزج والمتوفى بتاريخ ١٣ أغسطس ١٩٠٧ بمدينة بوتسدام، حيث شارك فيها فى بناء المرصد الفيزيائى الفلكي وأصبح أول مدير له فى عام ١٨٨٢. وقد كان فوجل أحد الفيزيائيين الفلكيين البارزين فى عصره. وأهم أبحاثه الفلكية فى مجال التحليل الطيفى للنجوم، حيث أتى بإمكانات جديدة تماما للأرصاء وذلك بإدخاله التصوير الفوتوغرافى للنجوم. وقد تمكن بذلك فوجل من قياس أول سرعة خطيه ومن إكتشاف المزدوجات الطيفية.

فوق الأحمر

ultrared

ultraraue (sf)

Ultrarot (sn)

تماما مثل ← تحت الأحمر

وتعتبر دراسة — النجوم المتغيرة (المتغيرات) مهمة بالنسبة لمعرفةنا بالحالة الفيزياء للنجوم . فهذه النجوم تعاني من تارجح منتظم في قوة إشعاعها . وإلى هذا النوع من النجوم تنتمي نجوم النوبا والسوبر نوبا (المتجددة وفوق المتجددة) . وتعتبر الشمس أحسن نجم أجرى وتجري عليه الأبحاث . لذلك فإن فيزياء الشمس تحتل مكانا بارزا في دراسات الفيزياء الفلكية .

بجانب دراسة الحالة الفيزياء في داخل النجوم فإن الفيزياء الفلكية تهتم كذلك بالحالات الفيزيائية لأجسام المجموعة الشمسية ، مثل الكواكب وعلى وجه الخصوص أجواء الكواكب والأقمار والمذنبات والنيازك والشهب .

لقد إزدادت أخيرا أهمية الأرصاد والأبحاث النظرية لمادة ما بين النجوم ، لما تم إدراكه من وجود علاقة تبادل وطيدة بين مادة ما بين النجوم والنجوم . وفي هذا المجال فإن الفلك الراديوى ينجز جزءا أساسيا .

شاركت الفيزياء الفلكية كذلك في أبحاث مجرتنا والمجرات الأخرى . فبمعرفة الفيزياء الفلكية أمكن ، على سبيل المثال ، تحديد توزيع النجوم ذات الخصائص الطيفية المختلفة ، مثلا حسب نوعها الطيفي ، في المجموعة النجمية .

إن الصعوبات الرئيسية التي تقابلها الفيزياء الفلكية تأتي من كونها ليست كأي العلوم الفيزيائية الأخرى تسمح بإجراء التجارب معمليا ولكنها تعتمد فقط على دراسة ما يأتينا من الضوء ، الذي يأخذ طريقه من الأجرام السماوية إلى الأرض . وتزداد هذه الأبحاث صعوبة لما يلاقيه الضوء في أثناء مروره في مادة ما بين النجوم وفي مادة الغلاف الجوى الأرضى من تغيير يعمل على إضعاف شدته وتغيير تركيبه الطيفي (— الطيف) .

نشأ فرع الفيزياء الفلكية في القرن التاسع عشر ، وهو يحتل حاليا المكان الأوسع في نطاق علم الفلك (— علم الفلك ، تاريخ الفلك) .

فيستا

Vesta

إسم — كوكيب .

وتركيبه . وتبعا لذلك قامت الفيزياء الفلكية بتطوير طرق مخصوصة للأرصاد مثل — الفوتومتري ، الذى يضم بصفه خاصه القياسات الفوتومترية الطيفية ثم — الفلك الراديوى والفروع الحديثه : — فلك الأشعة تحت الحمراء و — فلك أشعة رونتجن و — فلك النيوترونى . وتستنتج الفيزياء الفلكية مدلولات الأرصاد المأخوذه بهذه الطرق المختلفه مستعينه بالوسائل والمعلومات الفيزيائية . وقد يكون من الضروري تكيف القوانين الطبيعية بحيث تنطبق على مادة الأجرام السماويه ، التي تختلف كثيرا في بعض الأحيان عما تقابله في معاملنا الأرضيه . فتسود على وجه الخصوص ظروف فيزيائية متطرفه في داخل النجوم وفي مادة ما بين النجوم . وفي حالة الطاقة المركزه أو السرعات الكبيره لا تكفى قوانين الفيزياء الكلاسيكية بل يلزم في هذه الحاله أخذ ما جاءت به نظرية النسبيه من قوانين في الاعتبار . فنظرية النسبيه تلعب دورا كبيرا في علم الكون (الكسملوجى) الذى يهتم بدراسة الكون ككل كما أنها تلعب دورا هاما كذلك في دراسات الراديويات من كوازار ويلسار .

تهتم الفيزياء الفلكية بصورة خاصة بدراسة — أبعاد النجوم ، مثل الكتلة واللمعان ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة والنوع الطيفي . ومن هذه الأبعاد يمكننا من ناحية دراسة الظروف الطبيعية والتركيب الكيماوى للجزء المرئى — غلاف النجم ، ومن ناحية أخرى إستنتاج هذه الظروف بالنسبة للأجزاء الداخلية من النجم التي لا تصل إليها أرسادنا (— التركيب الداخلى للنجوم) . وبجانب حالة النجم الحالية فإن الفيزياء الفلكية تهتم أيضا بنشأة النجم وتطوره ، الشيء الذى يتم معالجته من نطاق نظرية — نشأة وتطور الكون وكذلك — تطور النجوم .

فيضان الكورونا

maximum corona
couronne maximum (sf)
Maximumkorona (sf)

هي ← الكورونا الشمسية عند أوج دورة البقع الشمسية .

قانون بلانك

Planck's law
loi de Planck (sf)
Plancksches Gesetz (sm)

أحد ← قوانين الإشعاع .

قانون ستيفان - بولتزمان

Stefan - Boltzmansches law
loi du stefan - Boltzman (sf)
Stefan - Boltzmansches Gesetz (sm)

هو أحد ← قوانين الإشعاع .

قانون المسافة

distance law
loi de distance (sf)
Abstandsgezet (sm)

← سلسلة تيتوس - بودا .

قبو أو قبة

dome
coupole (sm)
Kuppel (sf)

← مرصد .

القبو السماوي

vault of heaven
voûte céleste (sf)
Himmelsgewölbe (sm)

هي ← الكرة السماوية ؛ ← السماء .

القُحَّاب

Kohab (A)

هو النجم β (بيتا) في كوكبة الدب الأصغر ،

← الدب .

القدر

magnitude
magnitude (sf)
Magnitude, Grösse (sf)

هو وحدة قياس ← اللمعان لجرم سماوي .

القدر الحرج (أو القدر الأخفت)

limiting magnitude
magnitude limite (sf)
Grenzgrösse (sf)

هو اللمعان الظاهري الذي يظهر به نجم بالكاد في

رصد ما . وعن القدر الحرج في حالة الأرصاد

ق

القائدة أو قائد بنات نعش

Alkaid (A), Benatnasch (A)

هو النجم ϵ إيتا في كوكبة الدب الأكبر .

قاعدة المساحة

law of areas
loi des aires (sf)
Flächensatz (sm)

هي عموماً قاعدة ثبات قيمة كمية الحركة لجسم يتحرك تحت تأثير قوة مركزية . وفي الفلك تفهم تحت قاعدة المساحة قانون كبلر الثاني ، الذي يصف حركة الكواكب في مساراتها حول الشمس . ويقضي هذ القانون بأن يقطع نصف القطر الواصل بين الشمس والكواكب مساحات متساوية في أزمنة متساوية . فإذا ما تواجد الكوكب في مداره قريباً من الشمس فإنه يتحرك أسرع منه وهو بعيد عنها (الشكل ؛ ← قوانين كبلر) . وتلعب قاعدة المساحة دوراً في دراسة مسألة حركة الجسمين . وبصورة أكثر تفصيلاً ؛ ← مسألة حركة الجسمين ، ← تعين المدار .

قاعدة هاركيني

Harkinic rule
règle de Harkini (sf)
Harkinsche Regel (sf)

← شيوع العناصر الكيميائية .

اللمعان . ومعظم أجزاء الكوكبة يرى ماثلا على الأفق .

قريب من

Peri

القصاصات القيفاوية

cephheids strips

bandes cephéides (pf)

Cepheiden - Streifen (pm)

← نجوم دلتا قيفاوى .

قصور الكتلة

mass defect

défaut de masse (sm)

Masse defekt (sm)

هو الفقد الحادث فى الكتلة عند اندماج ذرات خفيفة إلى ذرات أثقل ؛ وتحول هذه الكتلة المفقودة إلى طاقة يتم إشعاعها ؛ ← إنتاج طاقة النجوم ، ← تركيب الذرة .

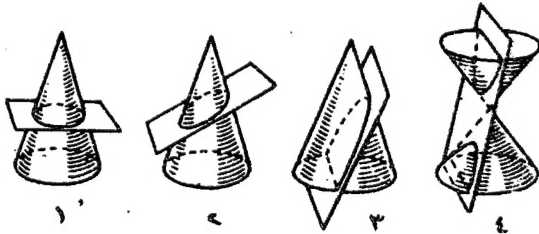
القطاعات المخروطية

conic sections

sections coniques (pf)

Kegelschnitte (pm)

هى منحنيات مستوية تنشأ من قطع مخروط دائرى بواسطة مستوى . وتبعاً لميل مستوى القطع على محور المخروط نحصل على دائرة أو قطع ناقص أو قطع مكافئ أو قطع زائد . ويمكن تعريف القطاعات



القطاعات المخروطية :

١ الدائرة ، حيث المقطع عمودى على محور القطع .

٢ القطع الناقص .

٣ القطع المكافئ ، حيث المقطع مواز لخط من

مخروط المخروط .

٤ القطع الزائد .

البصرية والفوتوغرافية وإعتمادها على قطر العدسة والمنظار ، ← المنظار .

القدرة

power

puissance (sf)

Leistung (sf)

هى الشغل المبذول فى وحدة الزمن . ووحداتها الوات والكيلووات أو الك وات = ١٠١٠ إرج/ث .

القدرة على التفريق

dispersion

dispersion (sf)

Auflösungsvermögen (sn)

← التحليل .

القذبة الإشعاعية

burst

burst (sm)

Strahlungstoss (sm)

هى زيادة تحدث لوقت قصير فى إشعاع النذببات الراديوى من ← الشمس .

قراءة النجوم

astrology

astrologie (sf)

Sterndeutung (sf) Astrologie (sf)

هى ← التنجيم .

قوفى

secular

séculaire

säkular

يعود دورياً كل مائة عام . ويعنى ذلك فى الفلك ظهور التغير بعد فترة طويلة ؛ على سبيل المثال الإضطرابات القرنية أو الحركات القرنية .

القرنية

Carina, Car (L)

Carina

Carène (sf)

Kiel des Schiffes (sm)

هى إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبي . ويمر الطريق اللبنى بأجزاء من الكوكبة . والتجم الرئيسى (α) ألفا يسمى ← سهيل . وهو ثانى نجم فى

القطب الجنوبي

south pole
pôle sud (sm), pôle australe (sm), pôle antarctique (sm)
Südpol (sm)

← القطب .

القطب الشمالى

north pole
pôle nord (sm), pôle boreal (sm),
pôle arctique (sm)
Nordpol (sm)

← القطب .

القطبية

Polaris
polaris
Polaris (sm)

← بولاريس . هي النجم

قطر جرم سماوى

diameter of a heavenly body
diameter du corps céleste (sm)
Durchmesser eines Himmelskörper (sm)

في حالة الأجرام السماوية يتم التمييز بين القطر الحقيقى للجرم السماوى المقاس على مقياس طولى مثل الكيلومتر ، على سبيل المثال ، وبين القطر الظاهرى (القطر الزاوى) أى الزاوية التى يُرى بها القطر الحقيقى من الأرض ويقاس بالزاوية . ويمكن حساب القطر الحقيقى من القطر الظاهرى إذا عرفنا المسافة بين الجرم السماوى والأرض .

وبالنسبة للنجوم يمكن فى حالة واحدة هي الشمس قياس القطر الزاوى بواسطة ميكرومتر . ونحصل من ذلك على قيمة متوسطة قدرها ٣١° ٥٩ ، ويأخذ البعد المتوسط للأرض عن الشمس فى الاعتبار فإننا نحصل على قطر طولى للشمس ١٣٩٢ مليون كم . أما فى حالة النجوم الأخرى فلا يمكن على العكس من ذلك قياس قطر زاوى بطريقة مباشرة نظرا لبُعدها الشديد عن الأرض . وفى هذه الحالة لابد من إستنتاج القطر بطرق غير مباشرة . ولهذا الغرض تم تطوير طرق كثيرة .

المخروطية بأنها أماكن هندسية لجميع النقط التى تكون النسبة بين البعدين إليها من نقطة ثابتة ، هي البؤرة ، ومن خط ثابت ، الدليل ، ذات قيمة ثابتة e . وتسمى هذه القيمة بإهليجية (لا مركزية) القطع المخروطى . ويقابل القطع الناقص $e < 1$ وللقطع الزائد $e > 1$ بينما للقطع المكافئ $e = 1$ وللدائرة $e = 0$ صفر .

القطب

pole
pôle (sm)
Pol (sm)

هو النقطة التى تبعد بزاوية قدرها ٩٠° على الكره من جميع النقط الواقعة على دائرة كبرى محددة . وتحقق النقطة المضادة نفس الشروط . وعلى ذلك فإن قطبي السماء ، الشمالى والجنوبى يبعدان بزاوية ٩٠° عن نقط خط الإستواء السماوى ، على أن يكون القطب الشمالى للسماء ناحية القطب الشمالى للأرض . وينطبق نفس الشئ بالنسبة لقطبي البروج ، إذا أخذنا دائرة البروج كمرجع ، وبالنسبة لقطبي المجرة ، فى حالة خط الإستواء المجرى ، على أن يكون كل من القطبين موجودا فى نصف الكره السماوية التى يوجد بها القطب السماوى المائل . وفى حالة الكواكب تعرف نقط تقاطع محور الدوران مع سطح الكوكب على أنهما قطبين ، ويحدد القطب الشمالى بأنه القطب الذى يشاهد منه دوران الكوكب فى اتجاه مضاد لإتجاه دوران عقارب الساعة . ويمكن تحديد قطبي السماء ، أى نقطى تقاطع إمتداد محور دوران الأرض مع القبة السماوية ، عن طريق الأرصاد . وهذان القطبان هما النقطتان على الكره اللتان لا تشتركان مع النقط الأخرى فى دورانها حول محور الكره السماوية ، إلا أنها يتجزجان بمرور الزمن بفعل كل من ← السبق وإنتقال محور دوران الأرض (← إرتفاع القطب) . وكذلك فإن قطبي الأرض يتم تحديدهما فى نطاق التعيين الجغرافى للأماكن .

(٢) يمكن قياس القطر الظاهرى بدرجة أكبر دقة نسبيا فى حالة المتغيرات الكسوفية . ويوضح الشكل كل من العلاقة الهندسية والفوتومترية لإخفاء النجم الكبير للنجم الصغير قبل وأثناء وبعد الكسوف . وقد رُسم كذلك مسار المنحنى الضوئى . فخارج الكسوف يأتى اللمعان المشاهد من كل من النجم الرئيسى والنجم التابع .

ومن النقطة الزمنية t_1 ، بداية إختفاء التابع خلف النجم الأساسى ، يقل اللمعان حتى النقطة الزمنية t_2 الذى يخفى فيها التابع تماما خلف النجم الرئيسى ، فيبلغ اللمعان قيمته الصغرى ويظل على ذلك حتى الزمن t_3 . ومنذ هذه اللحظة يعلو اللمعان ثانية حتى النقطة t_4 ، نهاية الكسوف حيث يبلغ اللمعان قيمته الأصلية . وبمعلومية الزمن الكلى لدورة التابع حول النجم الرئيسى ، دورة المجموعة ، يمكن بسهولة قياس فرق الأزمنة ($t_4 - t_1$) و ($t_3 - t_2$) . ومن الشروط الهندسية يتضح أن طول دورة النظام يتناسب مع طول مدار التابع حول النجم الرئيسى ، وأن فرق الزمن ($t_3 - t_2$) ، ($t_4 - t_1$) يتناسبان مع فرق القطرين ($D - d$) ،

(١) فى حالة بعض النجوم القريبة والكبيرة نسبيا تستعمل قاعدة التداخل للحصول على القطر الظاهرى . وفى ذلك يتم تطبيق طريقتين مختلفتين : فبواسطة مقياس تداخل الطور يمكن تعيين أقطار النجوم العالقة القريبة ، أى ذات الأقطار الكبيرة نسبيا . وهذا مرتبط بتأثير الإضطراب الهوائى الكبير على الزوايا الصغيرة . وبالإضافة إلى ذلك فإن هناك متطلبات كثيرة خاصة بنبات مقاييس التداخل ، تجعل بناء الأجهزة الكبيرة غير ممكن . وقد قيست الأقطار حتى الآن لسبعة نجوم عملاقة بهذه الطريقة . وجميع هذه الأقطار تقع فى الحيز من 0.20 ر. إلى 0.56 ر. . والقياسات بواسطة مقياس التداخل الذى يعمل على أساس من شدة الضوء ، تتأثر بالاضطرابات الهوائية بدرجة أقل . علاوة على ذلك لا توجد حدود بالنسبة لحجم الجهاز ، لأن تلسكوبين منفصلين يتم إستعمالهما فى الرصد . وقد أمكن بهذه الطريقة تعيين أقطار صغيرة ، على سبيل المثال أقطار نجوم عادية من نجوم التابع الرئيسى . وأصغر قطر قيس بهذه الطريقة حتى الآن هو قطر النجم ϵ الجبار ويبلغ 0.0072 ر. . ويحتوى الجدول بعض قياسات التداخل لعدة نجوم .

جدول بعض الأقطار التى تم تعيينها بطريقة التداخل

النجم	(بقطر الشمس)	(ثانية قوسية)
قطيس (الأعجوبة)	0.05600	390
الجبار (إبط الجوزاء)	0.03400	730
العواء (السيك الرامح)	0.02200	26
الفرس الأعظم	0.02100	150
الثور (الدبران)	0.02000	45
القرنيه (سهيل)	0.00686	82
الكلب الأكبر (الشعرى الجمانية)	0.00612	188
السلياق (النسر الواقع)	0.00347	30
الجبار (رجل الجوزاء اليسرى)	0.00269	120
الأسد (قلب الأسد)	0.00138	38
الجبار (مرزم الجبار)	0.00076	81

أن الدقة غير كبيرة .

(٤) وطريقة نظرية الإشعاع هي إحدى الطرق العامة في تطبيقها ولكنها أقل دقة من غيرها . وفي هذه الطريقة تستعمل كل من القوة الإشعاعية ودرجة الحرارة الفعالة للنجم . فقوة إشعاع النجم تزداد ، في حالة ثبات درجة الحرارة الفعالة ، بزيادة مساحة السطح المشع . بذلك يمكن تعيين مساحة السطح وبالتالي القطر متى عرفنا كل من القوة الإشعاعية ودرجة حرارة النجم الفعالة . وحيث أن درجة الحرارة الفعالة لا يمكن قياسها بدقة ، فإن هذه الطريقة تعطى قيا منخفضة الدقة ، ومع ذلك لا يمكن أن يتعدى متوسط الخطأ + ٢٠٪ . وأنصاف الأقطار المتوسطة المدرجة في جدول ← أبعاد النجوم تعتمد على هذه الطريقة .

تتراوح أقطار النجوم من أقطار الكواكب إلى أقطار مداراتها حول الشمس . وأقطار النجوم النيوترونية تقدر ببضع كيلومترات ، وهى بذلك أصغر أقطار النجوم ويلبها في هذا الأرقام البيضاء مثل وولف ٢١٩ وقطره ٠.٣٩ ثم LP357-186 وقطره ٠.١ من قطر الأرض . وحيث أن أقطار الأرقام البيضاء قد تم إستنتاجها عن طريق نظرية الإشعاع ، فإنها لذلك غير دقيقة بسبب عدم الدقة في درجة الحرارة . وأكبر الأقطار يتم رصدها لفوق العالقة فتلا النجم α (ألفا) العقرب قطره حوالى ٧٤٠ والنجم ٧٧ قيفاوس قطره ٢٤٠٠ مرة قدر قطر الشمس . ومن المحتمل أن تكون أقطار هذه النجوم متغيرة بدرجة خفيفة ، إن لم يكن هناك نبض .

وعن أقطار الكواكب ، ← الكواكب . وعن الأجرام السماوية الأخرى إنظر تحت أسمائها .

القطع الزائد

hyperbola

hyperbole (sf)

Hyperbel (sf)

احد ← القطاعات المخروطية .

ومجموع القطرين ($D+d$) على التوالى ، حيث D قطر النجم الرئيسى ، d قطر النجم التابع . وبذلك يمكن إستنتاج نصف قطر النجم الرئيسى والتابع من نصف مجموع فرق الزمن ونصف فرق فرق الزمن على التوالى ، وذلك عندما ننسب أنصاف الأقطار إلى مدار التابع ونقيس فروق الزمن بوحدات طول الدورة . وفي الحالات التى يمكن لها قياسات سرعات خطية خلال أرصاد طيفية يمكن حساب سرعة التابع في مداره بالكيلومتر في الثانية وكذلك طول المدار بمقاييس خطية أى بالكيلومتر مثلا . بذلك يمكن أيضا إستنتاج قطرى النجمين بمقياس خطى ، حيث أن نسبة القطرين إلى طول المدار قد تم تحديدها سابقا . وهذه الطريقة دقيقة إذا كانت حركة النجمين تحدث في مدار دائرى وغير دقيقة على العكس من ذلك في حالة (أ) المدارات البيضاوية ، (ب) نجمين مفلطحين ، (ج) في وجود عتمة حافية للنجوم ، (د) إضاءة غير منتظمة لسطح النجم نتيجة وجود إشعاع متبادل . وحتى الآن تم إستنتاج أقطار حوالى ٥٠ نجم من المتغيرات الكسوفية .

(٣) هناك إمكانية أخرى لتعيين أقطار النجوم من خلال إختفاء النجم خلف القمر . فإذا كان النجم على شكل نقطة فإنه يختفى مرة واحدة بواسطة القمر . أما في حالة جسم ذو سطح فإن نقصان اللمعان يكون مستمرا ولو أن ذلك يحدث للنجوم في كسور من الثانية . ومن زمن حدوث إنخفاض اللمعان وسرعة القمر الزاوية ينتج القطر الزاوى للنجم ، الذى يمكن تحويله إلى مقياس طولى في حالة معرفة المسافة بيننا وبين النجم . إن تحليل مثل هذه الأرصاد معقد جدا نتيجة عدم إستواء بروفيل القمر وما يحدث من إنحناء للضوء عند حافته . وحيث أن هذه الطريقة تستعمل فقط في حالة النجوم اللامعة ذات الأقطار الكبيرة فإن نجوما قليلة قد تم دراستها . وقد تم الحصول للنجم ٤٦ - الأسد على قيمة ٠.٠٥٦ و هو ما يناظر قطرا حقيقيا مقداره ١٠٠ مرة قدر قطر الشمس ولو

قطع مكافئ

parabola
parabole (sf)
Parabel (sf)

أحد ← القطاعات المخروطية .

القطع الناقص

ellipse
ellipse (sf)
Ellipse (sf)

هو أحد ← القطاعات المخروطية . ومجموع بُعدى كل نقطة من القطع الناقص عن نقطتين ثابتتين ، هما بؤرتى القطع الناقص - عبارة عن القيمة الثابتة 2a . والقطر الأكبر الذى يقع عليه البؤرتان فى القطع الناقص يسمى بالمحور الأكبر أما القطر الأصغر العمودى على المحور الأكبر فيسمى بالمحور الأصغر . ونقطة تقاطع المحورين هى مركز القطع الناقص . يسمى البعد بين البؤرة والمركز بالإهليجية (اللامركزية) الطولية . وينقسم هذه الإهليجية الطولية على نصف طول المحور الأكبر a نحصل على الإهليجية العادية . ويُعد كل من نقطتى تقاطع المحور الأصغر مع القطع الناقص عن كل من البؤرتين يساوى نصف طول المحور الأكبر .

قطعة الفرس

Equuleus, Equ(L)
colt
petit cheval (sm)
Füllen (sm), kleines Pferd (sm)

هى كوكبة صغيرة فى منطقة الإستواء السماوى ، تشاهد فى ليل الخريف .

القلاص

Hyaden (L)
hyades
hyades (pf)
Regengestrin (sm)

هو حشد نجموى مفتوح يشاهد بالعين المجردة بجوار النجم α (ألفا) الثور (الدبران) ، ويبلغ قطر الحشد حوالى ٤ بارسك ويبعد عنا بحوالى ٤٠ بارسك . وأحيانا يعتبر القلاص من الحشود

المتحركة ، وذلك نظرا لحركتها فى الكون (الشكل ، الحشود المتحركة) . وتسمى بمجموعة القلاص أو تيار الثور تلك النجوم التى يستدل على إنتائها للحشد النجمى من حركتها فقط وليس من مواقعها على الكرة السماوية . ومجموعة القلاص تشمل ٣٥٠ نجما تتحرك بسرعة ٣٢ كم/ث تقريبا

قلب الأسد

Regulus (L)

هو نجم ← المليك .

قلب الخوت

Mirach (A)

هو نجم ← الميراق .

قلب الشجاع

Alphard (A)

هو ألمع نجم (α) فى كوكبة الشجاع ولعانه الضوئى الظاهرى من القدر ٢.١ ويتسمى إلى النوع الطيفى K4 ونوع القوة الاشعاعية III . ويبعد قلب الشجاع عنا بمسافة ٣٥ بارسك أو ١١٥ سنة ضوئية .

قلب العقرب

Antares (L)

هو ألمع نجم (α) فى برج العقرب . وهذا النجم عبارة عن نجم نصف منتظم التغير يتأرجح لمعانه بين ٠.٩ ذ ، ١.٨ ذ . وهو عبارة عن نجم M1 فى نوعه الطيفى ونوع قوته الإشعاعية B٢ ، أى أنه ينتمى إلى فوق المعالقة الحمراء . يبلغ قطر قلب العقرب ٢٨٥ مرة قدر قطر الشمس وقوة إشعاعه ١٠٠٠٠ مرة مثل قوة إشعاع الشمس . أى أن قلب العقرب يمكنه أن يستوعب مدار الأرض حول الشمس . ولكن درجة حرارة النجم الفعالة وتبلغ حوالى ٣٥٠٠ درجة ، وهى بذلك أقل كثيرا عن درجة حرارة الشمس ولذلك يبدو النجم محمرا . يبعد قلب العقرب عنا بمسافة ١٣٠ بارسك أى ٤٢٠ سنة ضوئية . وهذا النجم عبارة عن مزدوج بصرى تبلغ المسافة بين نجميه ٤ فقط .

قلم النحات

Caelum, Cae (L)

caelum

burin du graveur (sm)

Grabstichel (sm)

إحدى كوكبات نصف الكرة السماوية الجنوبي .

قمر

satellite, moon

satellite (sm), lune (sf)

Satellit (sm), Mond (sm)

هو ← تابع يدور حول كوكب من كواكب

المجموعة الشمسية .

القمر أو قمر الأرض

Moon

Lune (sf)

Erdmond (sm), Erdtarabant (sm)

(أنظر اللوحة ١) جسم سماوى يدور حول الأرض . (وعن أقمار الكواكب الأخرى ← تابع) . يبلغ البعد المتوسط للقمر عن الأرض ٣٨٤٤٠٠ كم ، وزمن دورته النجمية ٢٧ر٣٢١٦٦ يوما ويبلغ قطره الظاهري عند المسافة المتوسطة عن الأرض ٣١ ٦٥ ، أى أقل قليلا عن قطر الشمس .

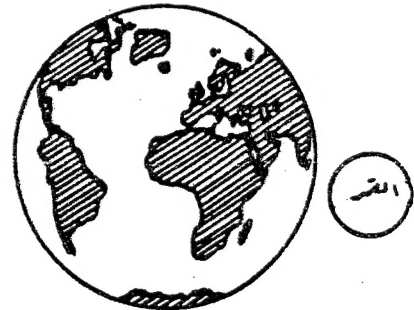
يضيء القمر بواسطة ضوء الشمس المنعكس عليه . ونتيجة لدوران القمر حول الأرض فإن مكانه يتغير دوريا بالنسبة للشمس والأرض وبذلك يتغير الجزء المضيء من سطحه الذى نراه من الأرض (← أوجه القمر) . ونظرا لقربه الشديد من الأرض فإن

القمر يظهر كألغ جسم سماوى بعد الشمس ، حيث يبلغ لمعانه البصرى عندما يكون بدرا القدر - ١٢ر٥ وشدة ضوئه فى هذا الوقت تبلغ ٣٠٠٠٠ مرة مثل الشعى اليمانية . يأخذ هذا اللمعان وهذه الشدة فى النقصان بدرجة كبيرة مع تغيير أشكال الإشعاع ؛ ففي أثناء التربع (نصف بدر) تكون شدة الاضاءة ١٠٪ من القيمة القصوى (أى ينقص اللمعان بحوالى ٢ر٥) . وهذا النقصان الحاد فى اللمعان يحدث بسبب وعورة سطح القمر ، إذ يحدث بسبب ذلك ، فى حالة السقوط المائل للأشعة ، تظليل شديد فى المنخفضات ، بينما يعطى السقوط العمودى إضاءة كلية . والكفاءة العاكسة لسطح القمر صغيرة جدا ويأضه يتغير محليا من ٠٠٤ إلى ٠١٤ كما يتسبب التوزيع غير المنتظم للمناطق اللامعة والداكنة على قرص القمر فى حدوث اختلاف فى لمعانات الأطوار أو الأوجه المتماثلة أثناء نمو أو صغر القمر . تماثل عاكسية سطح القمر فى المناطق الداكنة نظيرها للحمم البركانية الأرضية أما فى المناطق المضيئة فتشابه العاكسية مثلها للتراب البركانى .

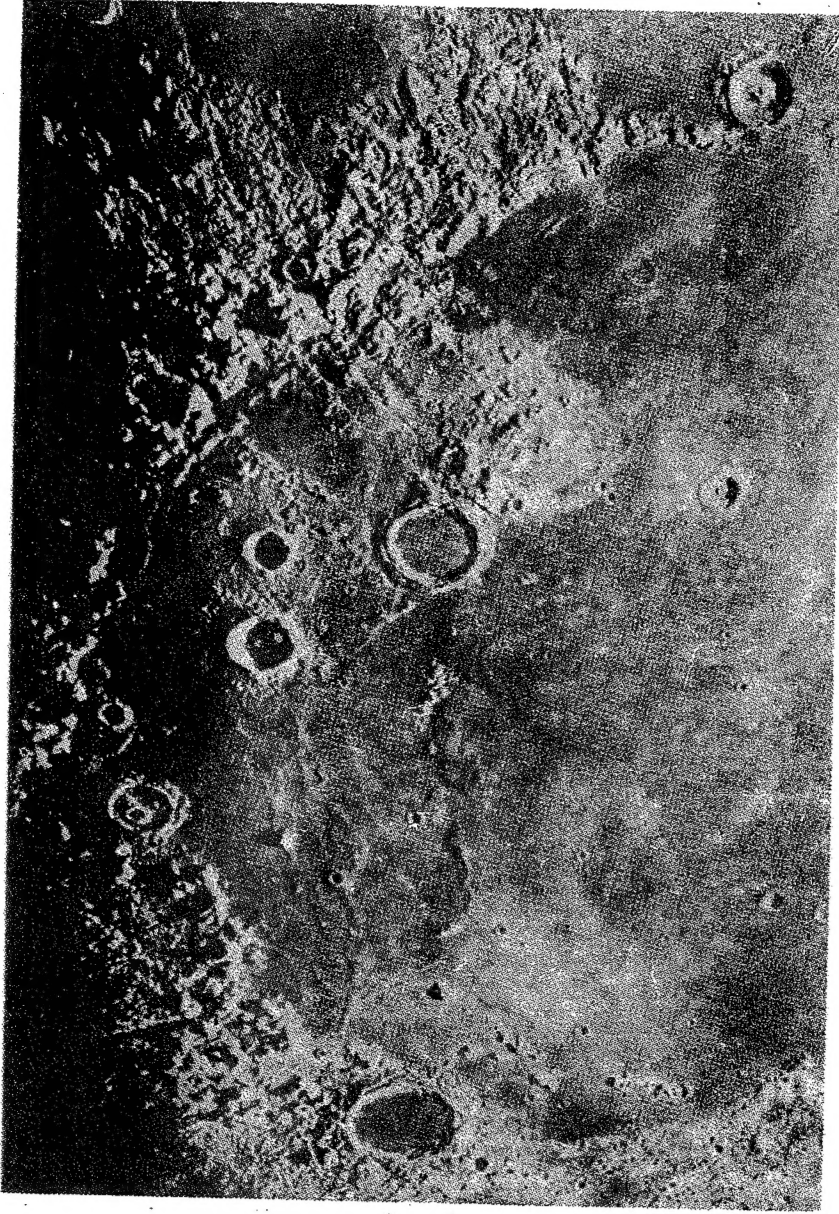
والقمر ليس عبارة عن كرة كاملة . ويتضح من دراسة المعلومات التى تم الحصول عليها من دوران الأقمار الصناعية حول القمر أنه شكله يقرب من مجسم ناقص محوره الأكبر يتجه ناحية الأرض . والفرق فى الطول بين المحور الأكبر والمحور الذى يمر بقطبي القمر يبلغ حوالى ٣ كم .

وعلى العكس من الأرض فإن القمر ليس له مجال مغناطيسى ، إلا أنه إتضح من دراسة صخور القمر أنه عند تكوين هذه الصخور من الحمم السائلة منذ ، من ٣ إلى ٤ بليون سنة ، كان للقمر مجال مغناطيسى وإن كانت قيمته تقدر بوضع أجزاء مئوية فقط من قيمة المجال المغناطيسى الأرضى الحالى .

ليس للقمر غلاف جوى من الناحية العملية ونستنتج ذلك على سبيل المثال من عدم ظهور آية



١ حجم القمر بالمقارنة بحجم الأرض .



٢ الجزء الغربى من بحر الأمطار كما يبدو في المنظار (الجنوب إلى أعلى والشرق إلى اليمين). ويتضح بجلاء سلاسل جبال كل من الأبينين (إلى أعلى) والقوقاز (إلى اليسار من مركز الصورة) والألب (إلى اليسار أسفل الصورة). وأكبر ثلاثة جبال حلقية هي بلاتو (أسفل) وأرشميدس وسط الصورة تقريبا. وأراتوسينوس (أعلى وإلى اليمين).

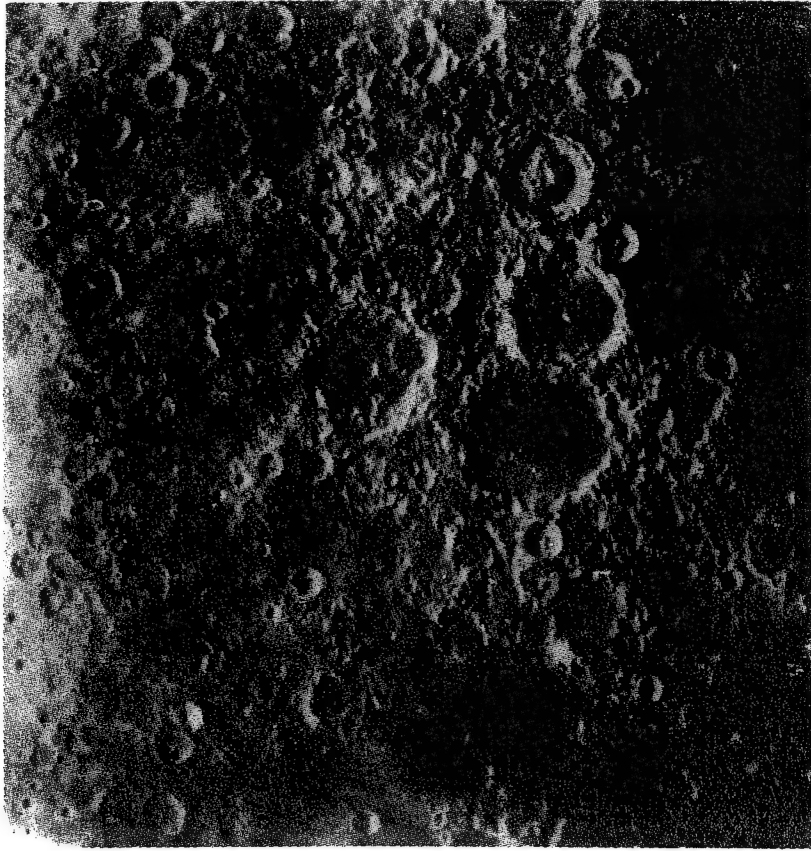
حيث تنكسر الأشعة الراديوية من السديم بعض الشيء بواسطة الاليكترونات الطليقة. ومن قيمة هذا الانكسار تم استنتاج أن كثافة الاليكترونات بالقرب من سطح القمر أكبر بحوالى ١٠٠٠٠ إليكترون لكل سم^٣ غاما هي عليه في غاز ما بين الكواكب المحيط. والكثافة الكلية للغاز عند سطح القمر من نفس القدر

غشاوة تقلل من رؤيتنا لسطح القمر. كما أن النجوم التى يسترها القمر أثناء حركته تختفى في أجزاء من الثانية بدون أن يضعف ضوءها تدريجيا خلال غلاف جوى قمرى. وقد أمكن الاستدلال على وجود كثافة عالية من الاليكترونات بالقرب من سطح القمر، على سبيل المثال أثناء إشتار سديم أبو جلمبو خلف القمر

وهناك زعم بأن غلاف القمر الرقيق يتكون من إلكترونيات طليقة وجسيمات غازية أخرى ليست مستقرة وإنما على شكل تيار يحرق من سطح القمر إلى فراغ ما بين الكواكب ، ويمكن أن يتغذى هذا التيار من البخر المؤكد حدوثه من السطح بفعل كل من الأشعة الكونية ، والتأثير الدائم للرياح الشمسية وكذلك إرتطام النيازك . ويتعرض سطح القمر لكل هذه المؤثرات في حين لا يعمل الغلاف الجوى الرقيق كدرع واق كما هو الحال في الغلاف الجوى الأرضى . وعلى الرغم من ذلك فإنه من الواضح وجود جيوب غازية تهرب من آن لآخر . فقد أمكن على سبيل المثال مشاهدة إنفجار غازى في فوهة ألفونس .

إننا نرى من القمر جانب واحد فقط . ويرجع ذلك إلى ← حركة القمر الخاصة : إذ أن له دوران

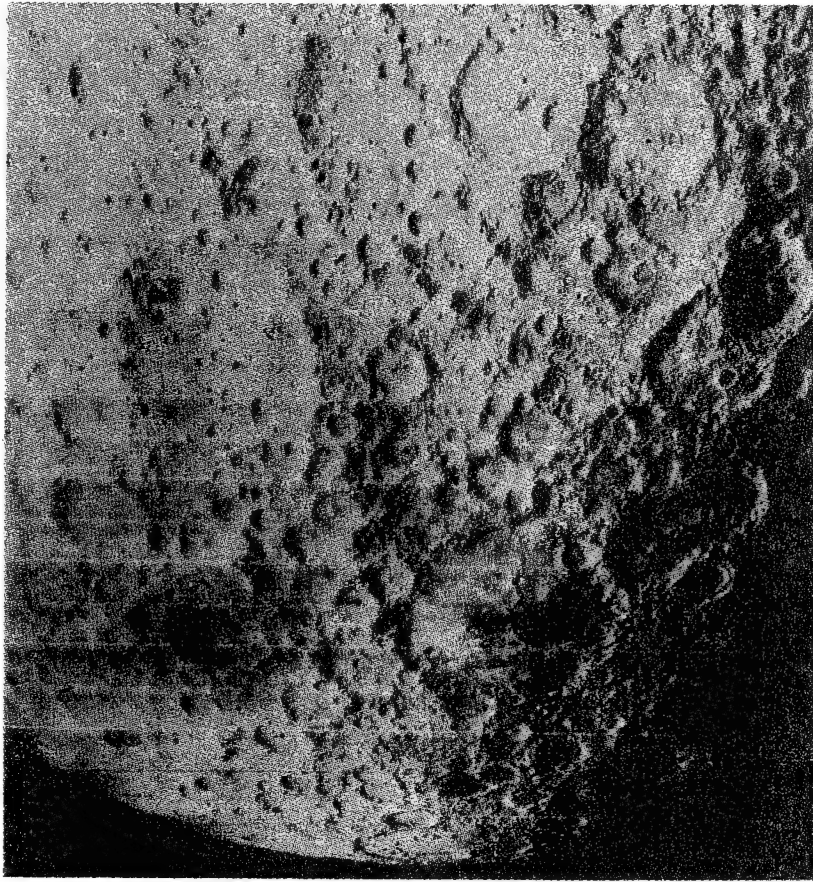
تقريبا . بذلك فإن «غلاف القمر الجوى» أرق بمقدار ١٠^{١٣} مرة من جو الأرض . إن هذا بالنسبة للاعتبارات الأرضية بعد فراغ تام ! . ولابد أن تقل كثافة جو القمر مع زيادة البعد عن السطح بدرجة أبسط مما تقل به كثافة جو الأرض بالارتفاع عن سطحها . ويرجع السبب في ذلك إلى صغر جاذبية القمر ، التى لا تضغط جو القمر فوق بعضه ، مثلما تفعل قوة تناقل الأرض الأكبر بحوالى ٦ مرات بغلافها الجوى . ومن أجل قوة التناقل البسيطة هذه فإن القمر لا يمكنه الإحتفاظ بغلاف جوى كثيف . أما ما يحتمل أن يكون موجودا في البداية من غازات ثقيلة فقد تطايرت إلى فراغ ما بين الكواكب : تبلغ سرعة الإفلات من سطح القمر فقط ٢٣٧٥ كم/ث .



٣ صورة لجزء من سطح القمر كما التقطتها سفينة الفضاء أبولو ٨ . ويشاهد في وسط الصورة فجوة البتاني وإلى اليمين منها فجوات بطليموس وألفونس والزرقل . وبعيدا إلى اليمين نجد بحر السحب . (جنوب الصورة إلى أعلى) .

السطح إلى الفضاء الخارجى المحيط كبير بحيث تنخفض درجة الحرارة إنخفاضاً محسوساً . تبلغ درجة الحرارة في قنّها على الناحية التي تسقط عليها أشعة الشمس حوالى ١٣٠م بينما تنخفض أثناء الليل القمري إلى حوالى - ١٦٠م . وقد إتضح أن الأماكن المتجاورة على سطح القمر ليست لها درجة حرارة واحدة دائماً بل ثبت وجود شذوذات محلية في درجة الحرارة . فعلى سبيل المثال يبدو أن فجوة تيكو ، التي تحتزن جيّداً الإشعاع الشمسى الساقط عليها أثناء النهار القمري ، أكثر دفئاً بعد غروب الشمس عما حولها . يرجع السبب في ذلك إلى أن الفجوات الحديثة نسبياً (مثل فجوة تيكو) ليست

مقيد ، أى أن زمن دورته حول الأرض مساو لزمن دورانه حول نفسه . أما كوننا نشاهد في الحقيقة أكثر بعض الشيء من النصف فإن ذلك مرجعه إلى الترنح البسيط ، وإلى ← التحرر الذى يحدث لجسم القمر . ونتيجة للحركة المحكومة فإن كل جزء من سطح القمر يظل مضاءاً لمدة نصف شهر بأشعة الشمس ثم يبقى بعد ذلك لنفس المدة على الجانب الليلي من سطح القمر . وبذلك تحدث اختلافات حادة في درجة الحرارة ، وبدرجة أكبر حيث أن الغلاف الجوى للقمر رقيق جداً لدرجة يصعب معه حدوث إضعاف للإشعاع الساقط أو الخارج . وحتى عند إعتام القمر أثناء الخسوف فإن الإشعاع من



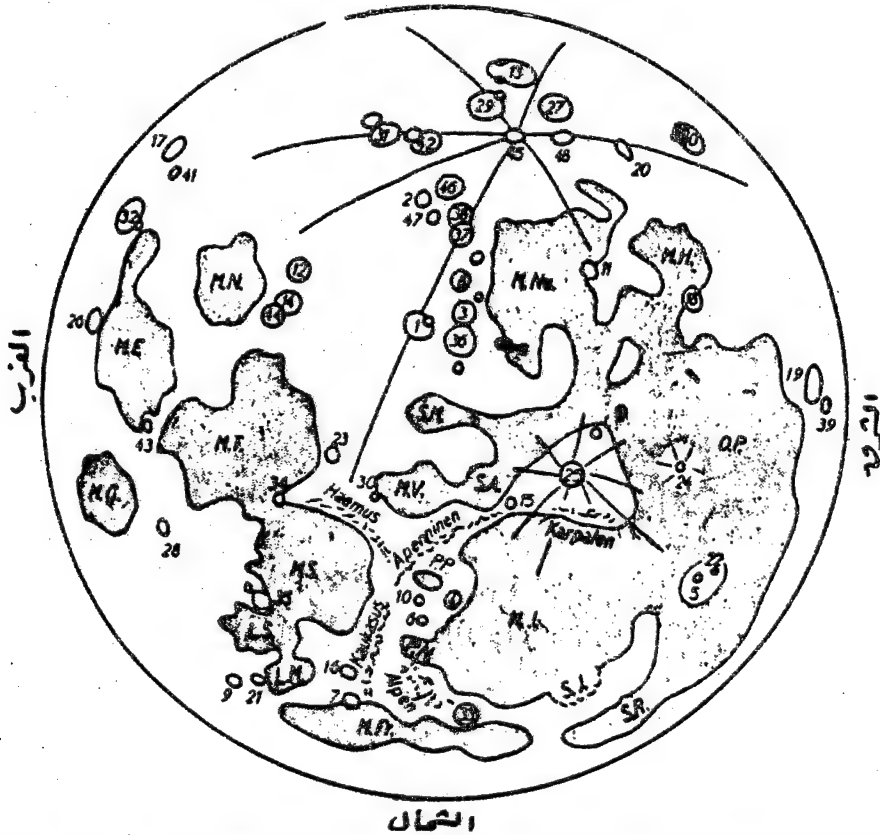
٤ الجزء الجنوبي من الجانب الآخر من سطح القمر . وهو الجانب غير المرئى من الأرض . التقطت هذه الصورة بواسطة مركبة الفضاء لونار أو ريتار ٢ من على بعد ١٤٠٠ كم . ويمكن عند الحفاة العليا تمييز معالم تبلغ أقطارها

(على الجانب النهارى) إلى الإشعاع القمري (على الجانب الليلي) .

السطح : ليست معلوماتنا عن سطح أى كوكب بقدر معلوماتنا الجيدة عن سطح القمر . ويرجع السبب فى ذلك من ناحية إلى عدم وجود غلاف جوى كثيف يعوق نظرتنا إلى السطح . ومن ناحية أخرى فإن ذلك يرجع إلى القرب الشديد للقمر ، الأمر الذى يسمح بإرسال سفن الفضاء المأهولة وغير المأهولة بالإنسان . بالقرب من وحتى سطح القمر . ويمكن بالآلات الحديثة يمكن التعرف على مناطق من سطح القمر يصل طولها من ١٥٠ إلى ٢٠٠ متر ، وذلك عندما تختلف هذه المناطق عما جاورها (مثلا فى الارتفاع) . وتتيح الأقمار الصناعية التى تدور حول القمر فرصا أكبر ، فيها لا يمكن فقط التحقق من الدقائق الصغيرة بل يمكن أيضا دراسة الجانب الخلفى

معزولة حراريا بواسطة طبقة ترابية . وما يصلها من إشعاع أثناء النهار القمري يمكن أن تحتزنه جيدا نسبيا وتعطيه أثناء الليل القمري . ويعتقد أن يكون الشدوذ فى درجة الحرارة لأماكن أخرى من سطح القمر راجع إلى تفرق طاقة حرارية من داخل القمر .

يمكن بواسطة الإشعاع الراديوى إستنتاج أن الاختلافات الكبيرة فى درجة الحرارة بين الليل والنهار القمرين مقصورة فقط على الطبقات العليا من سطح القمر . فشدة هذا الإشعاع تتغير بدرجة بسيطة نسبيا مع إختلاف أوجه القمر . ويمكن تعليل ذلك بأن سطح القمر مسامى وعليه فهو ردىء التوصيل للحرارة وبذلك تتغير درجة الحرارة بمقدار بسيط فى الطبقات السفلى ، التى ينبعث منها ، فى الغالب ، الإشعاع الراديوى ، ولو أن الطبقة العليا تحدث فيها تغيرات كبيرة عند الانتقال من الإشعاع الشمسى



• خريطة سطح القمر ويبدو فيها القمر معكوساً كما نشاهده فى المنظار . ولذلك فإن الجنوب فى الصورة منتهجه إلى أعلى بينما الشرق إلى اليمين . وقدل الاختصارات والأرقام الموجوده على الخريطة على الأسماء الآتية :

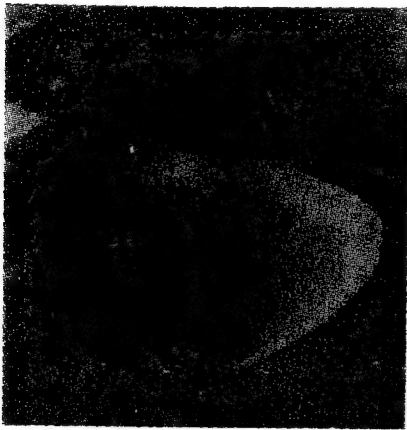
الرقم	الإسم اللاتيني	الإسم العربي
15	Eratosthenes	إراتوستينوس
16	Eudoxus	أويدوكسوس
17	Furnius	فيرنير يوس
18	Gassendi	جاسيندى
19	Grimaldi	جرمالدى
20	Hainzel	هاينزل
21	Hercules	هركيولوس
22	Herodot	هيرودوت
23	Julius Caesar	يوليوس قيصر
24	Kepler	كبلر
25	Kopernikus	كوپرنيكوس
26	Langrenus	لانجرينوس
27	Longomontan	لونجومونتان
28	Macrobius	ماكروبيوس
29	Maginus	ماجينوس
30	Manilius	مانيليوس
31	Maurolycus	ماوروليكيوس
32	Petavius	بتيافيوس
33	Plato	بلاتو
34	Plinius	بلينيوس
35	Posidonius	بوسيدونيوس
36	Ptolemaus	بطليموس
37	Purbach	بورباخ
38	Regiomontan	ريجيومونتان
39	Riccioli	ريسيولى
40	Schickard	شيكارد
41	Stevinus	ستيفينوس
42	Stoefler	ستفلر
43	Tauruntius	تاورونتيس
44	Theophilus	تيوفيلوس
45	Tycho	نيكو
46	Walter	فالتر
47	Werner	فيرنر
48	Wilhelm	ويلهلم

الاختصار	الإسم اللاتيني	الإسم العربي
L. S.	Lacus Sommiorum	بحيرة الأحلام
L. M.	Lacus Mortis	بحيرة الموت
M. C.	Mare Crisium	بحر الأزمان
M. F.	Lacus Foecunditatis	بحر الخصوبة
M. Fr.	Mare Frigoris	بحر البرودة
M. H.	Lacus Humorum	بحر المرح
M. I.	Mare Imbrium	بحر الأمطار
M. N.	Lacus Nectaris	بحر الرحيق
M. Nu.	Mare Nubium	بحر السحب
M. s.	Lacus Serenitatis	بحر السعادة
M. T.	Mare Tranquillitatis	بحر السكون
M. V.	Lacus Vaporum	بحر البخار
O. P.	Oceanus Procellarum	محيط العواصف
P. N.	Palus Nebuliarum	مستنقع الغيوم
P. P.	Palus Putretudinis	مستنقع الشيخوخة
S. A.	Sinus Aestuum	خليج النار
S. I.	Sinus Iridum	خليج قوس قزح
S. M.	Sinus Medii	خليج الوسط
S. R.	Sinus Roris	خليج الندى

الرقم	الإسم اللاتيني	الإسم العربي
1	Albategnius	البتاني
2	Aliacensis	الياسيني
3	Alphonsus	ألفونس
4	Archimedes	أرشميدس
5	Aristarch	أرستارخ
6	Aristillus	أرستيلوس
7	Aristoteles	أرستوتيليس
8	Arzachel	الزرقلى
9	Atlas	أطلس
10	Autolycus	أوتوليكيوس
11	Bullialdus	بوليالدوس
12	Catharina	كاتارينا
13	Clavius	كلافيس
14	Cyrillus	كيريلوس

أعمق من المسطحات المحيطة وفي وسطها يوجد واحد أو عديد من الجبال المركزية . وفي الجزء الذى نراه من على سطح الأرض يوجد من هذه الجبال الحلقية عدد يصل إلى ٤٠٠٠٠ تم إكتشافها من على سطح الأرض ، وتسمى أكبرها بالاستحكامات وتزيد أقطارها عن ٢٠٠ كم . ولو أن مشاهدا وقف في وسط أحد هذه الاستحكامات فإنه يرى حوائط لها أشكال مشطية عنده فوق الأفق . تنبعث من بعض الفوهات مثل نيكو وكوبرنيكوس مجموعة دروب قطريه على شكل أشعه يمكن تتبعها إلى مسافة بعيدة ، ففي حالة نيكو يمكن تتبعها واضحة بطول ١٨٠٠ كم . وتجتاز هذه الدروب القطريه في طريقها البحار والجبال والجبال الحلقية . ويتضح من خفة الظل الساقط أن هذه الدروب لها تقريبا نفس الإرتفاع مثل المناطق المحيطة . والآن فإننا نعرف أيضا مجموعات ممتدة على الجانب المظلم للقمر لها أشكال جبال حلقية إلا أننا لا نراها من مكاننا فوق سطح الأرض .

يتضح وجود نوعين مختلفين في حالة الفوهات الصغيرة : النوع الأول له حواف حادة والثاني على شكل كهف ذو حدود دائرية رخوة . ويقل شيوع



٦ إحدى فوهات الجانب الآخر من سطح القمر . وللوهة جوانب حادة الميل وفي قاعها صخور ضخمة . وقد التقطت هذه الصورة من على متن المركبة القمرية لأبولو ١٠ .

من سطح القمر والذي لا يمكن رؤيته من على سطح الأرض . ونستطيع الحصول على صور مأخوذة من قرب شديد لمناطق محدودة من سطح القمر عن طريق ما يتزل فوقه من آدميين أو بالإسقاط الطرى للمختبرات الفضائية . لذلك فإنه ليس من العجيب وجود خرائط قريه تقارن في دقتها بالخرائط الأرضيه . وعلم السيلينوغرافيا ، الذى يتخذ من وصف وعمل خرائط لسطح القمر واجبا له ، ليس متأخرا عن علم الجغرافيا ، فقد أمكن أيضا بالعين المجردة التمييز بين مناطق لامعة وأخرى داكنة فوق سطح القمر . والمناطق اللامعة هى سلاسل جبال أما الداكنة فقد ظهرت في أرصاد المنظار كمسطحات مترامية ذات فروق بسيطة في الإرتفاعات . سميت هذه المسطحات قديما حسب أحجام كل منها بالبحار أو الخلجان أو المستنقعات أو البحيرات القمرية . وقد ظلت الأسماء كما هى برغم أننا نعرف منذ وقت أنه لا توجد مساحات مائية على سطح القمر . وبخلاف البحار فقد سميت المناطق اللامعة بالبلاد أو الأرض .

يمكن دراسة تركيب جبال القمر على وجه الخصوص بالسقوط المائل جدا للضوء (عند حدود الظل) . ومن طول الظل يمكن استنتاج إرتفاع سلسلة الجبال ، والتي تصل في بعض حالاتها إلى ٨ كم ، أى أعلى من جبال الأرض . وعند حافة المسطحات (البحار) يوجد كثير من سلاسل الجبال مجمعة ، سميت تبعا للسلاسل الجبلية الأرضية . من ذلك نجد أن كل من بحر أمبيروم وبحر الأمطار محاطين بكل من سلاسل جبال أبينون والقوقاز وكرباتن . وهذه الكميات الهائلة من الجبال ترتفع عاليا في بعض الأحيان (الأبنيون) إلى أكثر من ٦ كم فوق المسطح . إن (ما يسمى بأسماء آدميين) سلاسل الجبال الحلقية (الفجوات الكبيرة) هى أكثر الأشكال شيوعا فوق سطح القمر . وأحيانا يرتفع حائط خلق إلى بضعة كيلومترات بالتدريج عن السطح ويسقط بميل أسرع ناحية الداخل . والمساحة المحصورة بالداخل هى



٧ مقطع تخطيطي خلال فوهة لقرية ذات جبل مركزي.

١٣٠٠ كم وعرضه في بعض الأجزاء ١٠ كم .
يوجد أيضا على القمر تصدعات أكثرها شهرة هو
الحائط الكبير . ففي أطول من ١٠٠ كم يفصل هذا
المنحدر الشديد ، الذي يقلب عليه الإستقامة بين
مصطبتين يفارق ٣٠٠ م في الارتفاع وذلك عند الحافة
الغربية لبحر نوبيوم وبحر الغيوم .

نشأة تضاريس السطح : أسهل شيء هو تعليل
نشأة التصدعات القمرية ، إذ يمكن أن تكون هذه
قد نشأت على غرار التصدعات الأرضية وبالتحديد
أثناء إزاحة أرض قشرة القمر بالنسبة لبعضها .
كذلك فإن الحزوز القمرية المستقيمة يحتمل أن تكون
ناشئة من تصدع في داخل القشرة القمرية أو من
ظاهرة تجمد الحمم البركانية المناسبة . ويمكن أن
تكون الحزوز المتعرجة قد نشأت من تجمد تيار الحمم
البركانية الرفيعة المناسبة أيضا . إلا أنه زُعم أيضا أن
هذه عبارة عن قاع نهر يجري ماؤه تحت طبقة سميكة
من الحديد . ولما كان من غير المحتمل وجود أي ماء
على القمر فإن ذلك يصبح ممكنا فقط في حالة مبكرة
جدا من حياة القمر . أما عن نشأة الفوهات فتوجد
منذ وقت طويل نظريتين متحاديتين : فتبعا للنظرية
البركانية نشأت الفوهات كبراكين ، وتبعا لنظرية
الارتطام فإنها نشأت عند سقوط النيازك . وإذا
إعتبرنا مستوى المعلومات الحالية فإننا نفهم نشأة
الفوهات على أنها عملية مشتركة ومعقدة من كل من
الارتطام من الخارج وما تفجره هذه الارتطامات من
قوى قرية داخلية ، ومنها انفجارات حممية . أما
الفوهات الصغيرة وأصغر الفوهات فقد نشأت إما من

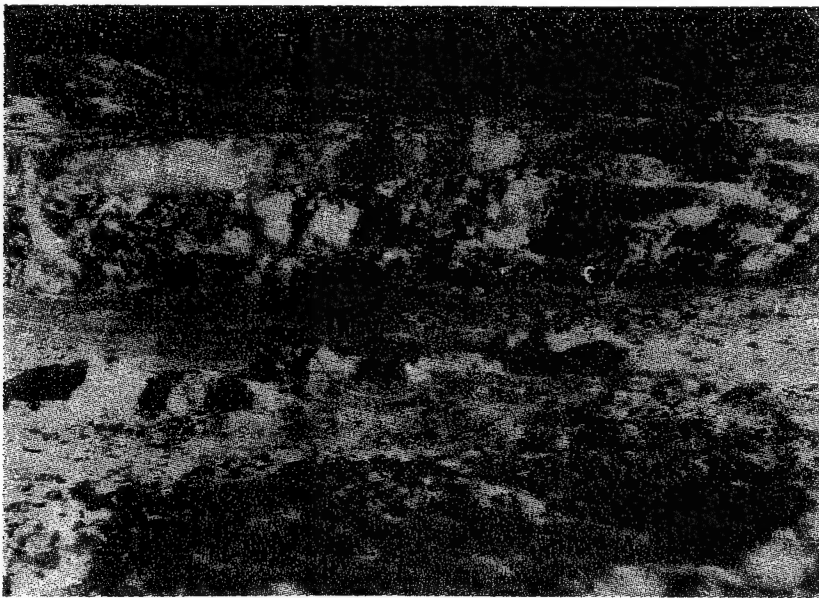
النوع الأول دائما مع صفه ، حتى الصغير جدا
والذي يمكن فقط رؤيته من سفن الفضاء ، إلى
أكبرها ، وحتى البحار دائرية الشكل يمكن تنظيمها
في هذا التابع . ويدل توزيع هذا الشبوع على أن
الفوهات قد نشأت بنفس الطريقة وعن طريق
الصدفة (إنظر بعده) . وللفوهات الكبيرة والمتوسطة
فما يحيط بها جزئيا أشكال شعاعية تتجه ناحية المركز
وكذلك فوهات ثانوية ، شكلها عموما قطع ناقص
وإتجاهها قطري . أما فوهات النوع الثاني والتي
أُكتشفت فقط بواسطة السفن القمرية فتوجد في
البحار وفوق قيعان بعض الفوهات الكبيرة كما يزيد
وجودها جدا فوق الأراضي اللامعة . وتوزيع شيوخ
هذا النوع يختلف عن الأنواع ذات الحواف الحادة ،
لدرجة تجعلنا نفكر في سبب آخر لنشأتها .

أمكن عن طريق الصور التي ألتقطت بواسطة
الأقمار الصناعية التي تدور حول القمر التعرف على
أشكال من سطحه كانت غير معروفة حتى ذلك
الوقت وهي «سلاسل الظهر» . وهذه عبارة عن
إرتفاعات موجودة فقط في البحار وتصل إلى ١٠٠ م
في الارتفاع وإلى ١٠ كم في الطول وشكلها غير منتظم
كما تتواجد حزوز بأعداد كبيرة على سطح القمر .
والحزوز المستقيمة صغيرة وعلى شكل كهوف وتشاهد
في البحار ومناطق حافتها . ويبلغ عرض الحزوز حتى
٥ كم ونادرا ما يزيد عمقها عن ١٠٠ م ، إلا أنها تمتد
في بعض الأحيان إلى بضعة مئات من الكيلومترات .
وهناك نوع آخر هو الحزوز المتعرجة التي تشبه جيدا
الأنهار الأرضية . وتتموج مثل هذه الحزوز المتعرجة
خلال وادي جبال الألب القمرية الذي يبلغ طوله

سقوط نيزك أو من انفجار غازى (بركان غازى) . ويمكن أن ينطبق الإحتمال الثانى على وجه الخصوص بالنسبة لسلاسل فوهات الجانب الخلفى للقمر . ويمكن أن تكون الفوهات الكهفية ذات الحدود الدائرية الطرية قد نشأت من إنكماش الحمم البركانية . إن القباب أو الإنتفاضات المصطنية فى مناطق البحار يمكن أن تكون قد نشأت كبراكين كما يمكن أن تكون سلاسل الظهر ناتجة من إنسياب المعائن خلال الشقوق . ونظام الدروب الشعاعية اللامعة المنطلقة من الفوهات هى من المؤكد ناشئة مع الفوهة ذاتها ، ويحتمل أن يكون ذلك عبارة عن مواد إنحدرت فوق قشرة القمر . يؤكد هذا الزعم وجود عديد من الفوهات الثانوية التى تظهر على الصور الملتقطة من قريب لسطح القمر . إن العمل المشترك من القوى الخارجية والداخلية يظهر على وجه الخصوص فى البحار الدائرية الشكل (التي تختلف عن البحار الأخرى غير المنتظمة) . وهناك إفتراض بأن تكون هذه البحار الدائرية قد نشأت من إصطدام كتل كبيرة عالية الكثافة فى الأزمنة الأولى للبحار . وهذا الإفتراض كبير الإحتمال على أساس تركيز الكتلة

المرصود ، والذي نحس به مما يظهر من إختلافات فى الجاذبية . ثم تبع ذلك أن طففت أحواض البحار بالحمم وهو ما يدل عليه كل من السطح الأملس نسبيا وكذلك الكثافة الصغيرة للفوهات .

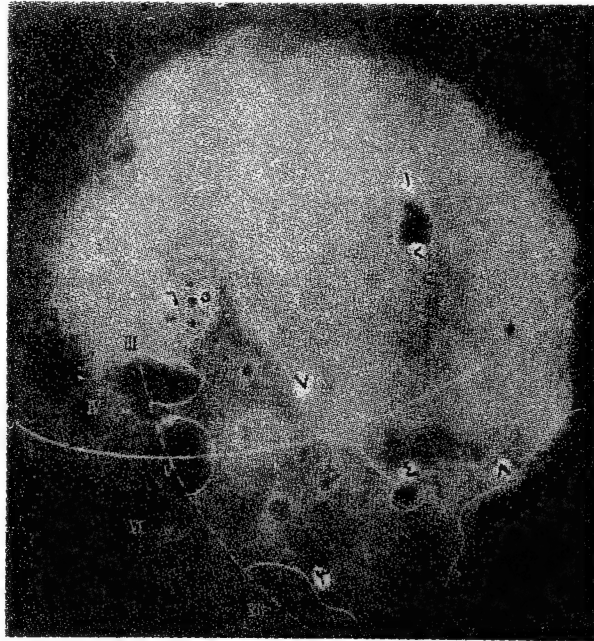
أصبحت دراسة أرض القمر ممكنة منذ أدخلت السفن التى تستطيع النزول فوق سطحه والعودة إلى الأرض ثانية وكذلك نزول الانسان عليه . من خلال ذلك تأكدت المزاغم والإفتراضات التى أدت إليها أرساد أخرى من أن سطح القمر مغطى بطبقة مسامية ترابية التكوين ومتكبة نسبيا . وفى هذه الطبقة يوجد أيضا دفين من حطام الصخور التى تكونت على غرار البازلت الأرض ، أى من مصهور الصخور . إن ما درس حتى الآن من صخور القمر يتكون من معادن معروفة على سطح الأرض ، إلا أنه وجدت أيضا بعض المعادن غير المعروفة . وفيما جلبته أبولو ١١ من عينات أرضية بحر الهدوء فإن كل من التيتانيوم والاسكانديوم والزركونيوم واليتريوم من بين العناصر الشائعة وعلى النقيض من ذلك يندر وجود عناصر كل من الصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم . وعلى العكس من ذلك فإن العينات التى جلبتها أبولو ١٢



٨ الجزء الداخلى من فوهة كوبرنيكوس كما صورته لونار أوربتار ٢ .

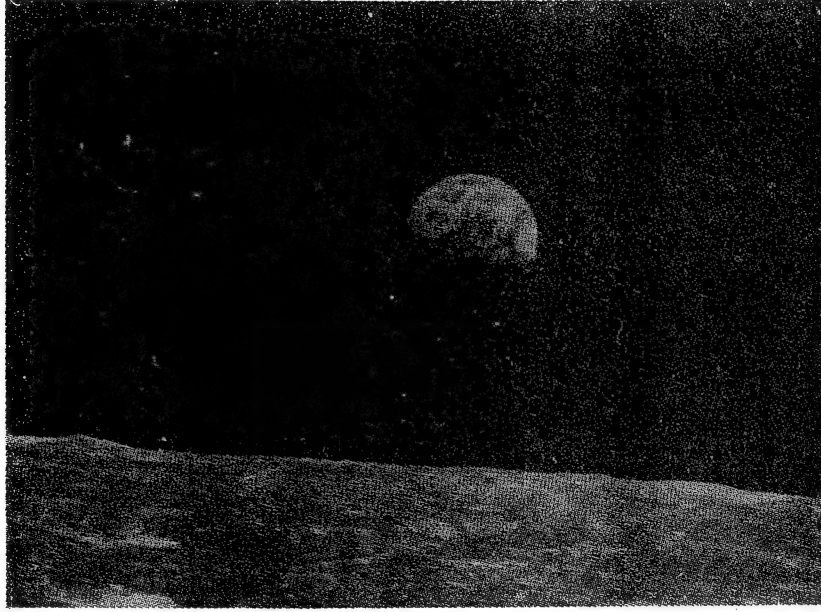
كبيرة جدا فإن الطاقة تكفى لكى يتبخر جزء من صخور منطقة الارتطام فتنتج عن ذلك انفجارات يمكن أن تنشأ منها فوهات . ويختلف التركيب الكيماوى لبحر الهدوء بعض الشيء عن الحطام البازلتى الموجود به . ومن المحتمل أن يكون ذلك منشأه الاختلاط بالمادة النيزكية . ولم تمكننا العينات الصخرية المجلوبة من سطح القمر من الاستدلال على وجود مركبات عضوية فوقه . ونستنتج من هذه العينات أن عمر الحطام الصخرى الكبير لبحر الهدوء حوالى ٣٦٠٠ مليون سنة . وهذا هو الزمن المتبقى منذ تبلورت العجينة الرسوبية . وفى تراب نفس المكان وجدت بريكزىن تصل أعمارها إلى ٧٠٠٠ مليون سنة . ولما كانت هذه القطع تختلف عن الأخرى فى شكلها البلورى فإنه يُفترض أنها قد نشأت فى مكان آخر فوق

من بحر بروسيلاريوم تحتوى على تيتانيوم أقل بكثير وكذلك تحتوى على قليل جدا من البريكزىن ، أى ما تكون من رواسب التراب القمرى وكسارة البلورات . ومن المحتمل أن يكون كسير الصخور قد ترسب أثناء الانفجارات البركانية ثم تحطم بإصطدام النيازك أو بفعل صخور أخرى متطايرة . وتبدو المادة الترابية كما لو كانت نتيجة تآكل لكنه ليس راجعا لفعل عوامل نجمية - فلا وجود للماء والرمال على سطح القمر - وإنما إلى تأثير النيازك والرياح الشمسية والأشعة الكونية . تحتوى أرض القمر على الكثير من الأجسام الزجاجية ، أغلبها كروى الشكل . وواضح أن هذه الأجسام تكونت أثناء إرتطام النيازك بالسطح ، حيث كانت طاقة الارتطام كافية لصهر كل من الجسم الساقط ومحل السقوط . وإذا ما كانت كتلة النيزك

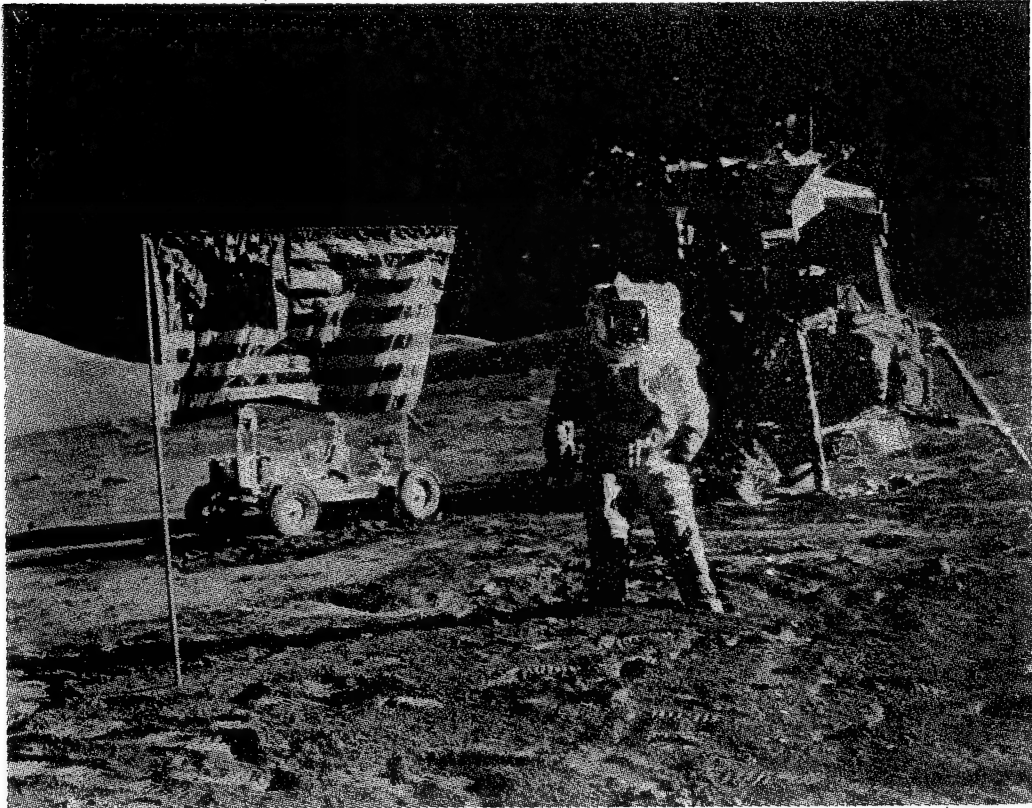


٩ الصورة التاريخية الأولى للجانب الآخر من سطح القمر (كما التقطتها المرحلة الثالثة من الصاروخ السوفيتى فى ١٠/٧/١٩٥٩) ، وقد رسم على الصورة بخط متصل خط الاستواء القمرى وبخط متقطع الحدود بين الجانب المرى وغير المرى من السطح . ودلالة الأرقام :

١ بحر موسكو ، ٢ خليج رائد الفضاء ، ٣ امتداد البحر الجنوبي من الجانب المرى ، ٤ فوهة زبولكوفسكى ، ٥ فوهة لومونوسوف ، ٦ فوهة جوليو كورى ، ٧ جبال السوفيت (لم تعد تستخدم ضمن الأسماء المعتمدة من قبل الاتحاد الدولى الفلكى) ، ٨ بحر الأحلام ، ٩ بحر الرطوبة ، ١٠ بحر الأزمات ، ١١ بحر مارجينس ، ١٢ بحر أونداريوم ، ١٣ بحر سميتل ، ١٤ بحر الخصوبة ، ١٥ البحر الجنوبي .



١٠ الأرض وجزء من سطح القمر كما صورتها أبولو ٨ في أول دوران آدمي حول القمر. ويرى أفق القمر من على مسافة ٧٨٠ كم. وعرض الجزء المرئي ١٧٥ كم. وعلى الأرض بلغ حد الظل القارة الأفريقية.



١١ ملاح الفضاء شميدت بجانب علم الولايات المتحدة بعد هبوط أبولو ١٧ على سطح القمر.

السحابه . وتقابل هذه النظرية صعوبة تعليل الفروق بين كثافة كل من الأرض والقمر . لهذا السبب تدور مناقشات أيضا حول إفتراض نشأة القمر من غلاف الأرض الممتد بعيدا . وتبعا لهذا الإفتراض فقد تجمعت العناصر الخفيفة في الطبقات العليا للغلاف الجوى الأصلي ، أما العناصر الأثقل فقد غاصت أكثر ناحية المركز وتسيبت في زيادة سرعة دوران الأرض الأولى ، الأمر الذى أدى إلى انفصال الغلاف الهوائى العلوى والذى تكثف بعد ذلك في صورة القمر . لقد احتل القمر في الزمن الأخير أهمية كبيرة في الأبحاث الفلكية ، حيث أصبح الوصول إليه ممكنا برحلات الفضاء . وقد كانت الخطوات الفاصلة في ذلك هي نزول ملاحى الفضاء الأمريكين نيل أرمسترونج وإدوين ألورين في ٢٠ يوليو ١٩٦٩ عند ١٧ ق ٢٠ س بالتوقيت العالمى وذلك في بحر الهدوء حوالى ١٠ كم إلى الجنوب من فوهة ساينا ، ثم نزول محطة الفضاء السوفيتية الأوتوماتيكية لونا ١٦ في بحر فوكونديتايتس يوم ٢٠ سبتمبر ١٩٧٠ عند ١٨ ق ٥ س بالتوقيت العالمى والى أحضرت المرحلة العائدة معها عينات من صخور سطح القمر إلى الأرض . وكذلك أنزل الإتحاد السوفيتى في ١٧ نوفمبر عام ١٩٧٠ للعربة القمرية (لونوخود) الموجهة أرضيا على سطح القمر (أنظر أيضا ← غزو الفضاء)

القمر ومن هناك أتت إلى بحر الهدوء بواسطة الانفجارات المرتبطة مثلا بنشأة بحر بعيد . وبالنسبة لصخور بحر بروسيلاريوم فقد حُددت أعمارها من ٢٠ إلى ٢٦ بليون سنة . أى أن العجينة التى نشأت منها هذه الصخور قد سالت على الأقل بليون سنة بعد الصخور الأخرى .

وبالنسبة للتركيب الداخلى للقمر فإنا نأمل في الحصول على بعض المعلومات عنه عن طريق الزلازل القمرية الطبيعية والصناعية . وتبعا للقياسات الأولية إتضح أن للقمر ككل مرونة كبيرة غير متوقعة تناظر ما لأعلى طبقات الأرض . إن ذلك يؤيد من الفكرة القائلة بأن القمر ، على خلاف الأرض ، لا يحتوى موائع في داخله .

وعن نشأت القمر فإنا لا نعرف شيئا مؤكدا . وقد بما نوقش كثيرا ما يسمى بنظرية المد والجذر . وتبعا لتلك النظرية فإن القمر إنشطر من مجسم الأرض أو جسمها الصلب . وقد إفتقدت هذه النظرية من قدرتها نظرا لأنه من ، بين أسباب أخرى ، لم يمكن الحصول على معلومات عن شكل القوى التى كانت مؤثرة وقت ذاك المد والجذر . أما نظرية الإقتناص فتفترض أن القمر وقع في مجال جاذبية الأرض بعد أن نشأ بعيدا عنها . ومثل هذه الاقتناصات ليست غير محتملة تماما . أما نظرية التراكم فتفترض أن كل من الأرض والقمر تكونا في نفس الوقت ومن نفس

المعلومات الهامة عن القمر

متوسط البعد عن الأرض	= ٣٨٤٤٠٠ كم = ٠,٠٠٢٥٧ وحدة فلكية
القطر الظاهرى المتوسط	= ٣١٥٠
القطر	= ٣٤٧٦ كم = ٠,٢٧ قدر قطر الأرض
الحجم	= ٢,١٩٢ × ١٠ ^{٢٠} سم ^٣ = ٠,٠٢ حجم الأرض
الكتلة	= ٧,٣٥ × ١٠ ^{٢٥} جم = $\frac{1}{81,3}$ وكتلة الأرض
الكثافة المتوسطة	= ٣,٣٤ جم / سم ^٣ = ٦٠,٥ ٪ من متوسط كثافة الأرض
قوة الجاذبية على سطح القمر	= ١٦,٦ ٪ قدر قوة جاذبية الأرض
اللمعان (حالة البدر)	= ١٢,٥
العاكسية المتوسطة	= ٠,٠٧
درجة الحرارة : + ١٣٠ م (الجانب المضيء) حتى - ١٦٠ م (الجانب المظلم) .	

القمر الصناعي الأرضي

artificial earth satellite

satellite artificiel de la terre (sm)

Kunstlicher Erdsatellit (sm)

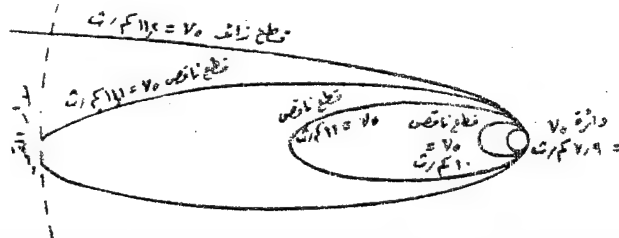
القمر الأرضي هو جسم يتحرك حول الأرض وتحت تأثير جاذبيتها .

والقمر الأرضي الطبيعي الوحيد يسمى فقط بإسم « القمر » . وتحت أقمار أرضية صناعية أو عموماً أقمار أرضية تعني الأجسام الصناعية التي تتحرك بدون محركات دائمة وذلك بصورة مستمرة أو لفترة زمنية طويلة حول الأرض .

يقع كل من دراسة وتحقيق الإمكانات التكنولوجية لإبداع الأقمار الأرضية الصناعية وكذلك ما يتبعها من مشاكل في التوجيه أو نقل المعلومات منها وإليها وتغذيتها بالطاقة وما إلى ذلك .. إلخ في مجال عمل تكنولوجيا الصواريخ وغزو الفضاء ، ولذلك فإنها ليست ذات أهمية فلكية مباشرة . إلا أن للأقمار الأرضية أهمية كبيرة بالنسبة للفلك لأسباب أخرى ، حيث أنها تمثل أجساماً تتحرك معظم فترات حياتها حسب قوانين الميكانيكا السماوية . وعلاوة على ذلك فإنها تستعمل كحاملات لأجهزة الرصد الفلكية ، التي يمكن عن طريقها زيادة إمكانات دراسة الفضاء في المنطقة القريبة من الأرض وكذلك زيادة المجال الطيفي المستعمل في الأغراض الفلكية .

المدار وحركة المدار :- إن الإمكانية الوحيدة لوضع الأقمار الصناعية في مداراتها حول الأرض هي باستعمال الصواريخ . وفي الوقت الذي يعمل فيه

المحرك يكون من السهل توجيه الصاروخ . ومن هنا فإن الجزء الإيجابي من المدار إختياري تماماً . وبعد إنتهاء الإحتراق في موتورات الصاروخ يصبح إستمرار الطيران بدون محركات فيتتحرك الصاروخ أو ما يطلق منه من أقمار أرضية في مدار أو مدارات طيران حر ، الجزء السلبي من المدار . من هذه اللحظة تخضع الحركة لقوانين حركة جسمين ؛ ومداراتها عبارة عن قطاعات مخروطية . وتعتمد أبعادها كما يعتمد شكل القطاعات المخروطية على إتجاه وسرعة الحركة ، التي حصل عليها القمر . فإذا ما كانت الحركة عند إنتهاء إحتراق محركات الصاروخ عمودية على الإتجاه الرأس فإن سرعة ، في النهاية ، قدرها ٧٩١٢ كم/ث (المرحلة الأولى من السرعة الكونية) تلزم للحركة الدائرية فوق سطح الأرض مباشرة . ولا يمكن حدوث دوران حول الأرض تحت الظروف المذكورة إذا قلت السرعة النهائية عن ذلك المقدار . ولما كانت كثافة الغلاف الجوي الأرض أكبر ما تكون فوق سطح الأرض مباشرة ، فإن ذلك يسبب فرملة شديدة لقمر صناعي يتحرك في مداره الدائري ، بدرجة تجعله يسقط على الأرض قبل إتمام دورته الأولى حولها ؛ ولمثل هذه الحالة أهمية نظرية فقط . كما تلزم سرعة نهائية قدرها ٧٩١٢ كم/ث لبداية حركة قمر صناعي في مدار دائري حول الأرض على إرتفاع ٢٠٠ كم عن سطحها ؛ بينما يتطلب نفس الشيء ٦٩٠٣ كم/ث فقط على إرتفاع ٢٠٠٠ كم . ونقص السرعة المطلوبة بزيادة الإرتفاع عن سطح الأرض مرتبط بنقص عجلة الجاذبية ، أي



١ العلاقة بين شكل مدار القمر الصناعي وسرعته عند نفاذ الوقود .

يعتمد الطول الزمني للدورة ، حسب قانون كبلر الثالث ، على قيمة نصف القطر الأكبر في حالة المدارات الإهليجية وعلى نصف القطر في حالة المدارات الدائرية وأقصر دورة طولها ١٥ ث ٢٤ د ١٠ س تنتج لحركة قمر صناعي في مدار دائري فوق سطح الأرض مباشرة . أما بقية المدارات فلها أزمدة دوران أطول من ذلك ، كما يمكن أن يبلغ بعضها بضع أيام .

تمر مستويات مدارات الأقمار الأرضية بمركز الأرض ، وهي حسب التقريب الأولى ثابتة في الفضاء أى بالنسبة للنجوم الثابتة . ولا تشارك تلك المدارات ، تبعاً لذلك ، في الدوران اليومي ، فالأرض تدور تحت مدارات تلك الأقمار . وحيث أن مستوى المدار ثابتاً في الفضاء بالنسبة للنجوم الثابتة فإن وضع المدار يتغير بالنسبة للإتجاه إلى الشمس وذلك نتيجة لحركة الأرض حول الشمس ومايصاحبها من تغيير ظاهري لموقع الشمس بالنسبة للنجوم الثابتة .

أثبتت الخبرة أن وضع مستوى المدار في الفضاء وأبعاده وإهليجيته ليسوا غير متغيرين تماماً . وإذا ما وقع حضيفض المدار قريباً من سطح الأرض ، بحيث يجوب القمر الصناعي في الغلاف الجوي الكثيف ، فإن الاحتكاك بالهواء يعمل على فرملة الحركة ، وبالتالي طاقة حركة القمر فيقل كل من نصف مداره الأكبر وإهليجيته . ويقترب المدار من الشكل الدائري كما يقترب القمر من سطح الأرض بعض الشيء ويفرغ أكثر في الطبقات الأكثر كثافة من الغلاف الجوي الأرضي فتزداد فاعلية هذا الغلاف في الدورة القادمة . وبصورة دقيقة فإن حركة القمر حول الأرض تأخذ شكلاً حلزونياً تتجاوز لفاته جيداً . وعلى أساس قانون كبلر الثالث ، يقل زمن الدورة كلما صغر نصف القطر الأكبر للمدار ولكن سرعة الدوران تزداد . وبذلك نصل إلى تناقض ظاهري ، لأنه عن

العجلة التي يكسبها جسم تحت تأثير جذب الأرض ، مع الارتفاع . ولذلك تكني سرعات دوران نهائية آخذة في الصغر كي تتساوى قوة الطرد المركزية الناتجة عن الحركة في المدار الدائري مع قوة عجلة التناقل . ويكون المدار دائرياً فقط إذا ما تحقق تعادل تام بين عجلتي الطرد المركزية والطرد في كل نقطة من المدار . ولما لم يكن ذلك عموماً هو الحال ، فإن الأقمار لا تدور في مدارات دائرية وإنما في مدارات إهليجية . وعلى إرتفاع معروف مسبقاً عند نهاية الإحتراق ، وفي حالة الحركة عمودياً على الإتجاه الرأسى على سطح الأرض فإن السرعة المكتسبة تتحكم في قيمة نصف القطر الأكبر للمدار وكذلك في إهليجيته . وتزداد الاثنان بزيادة السرعة المكتسبة . فيستطيل المدار الإهليجي بزيادة السرعة لأن الأرض لابد أن تحتل إحدى بؤرتيه . وبالنظر ثانية إلى الحالة النظرية ، أى حالة إنتهاء الإحتراق فوق سطح الأرض مباشرة نجد أن ذلك يستوجب سرعة نهائية قدرها ١١.٠ كم/ث حتى تقع نقطة الأوج الأرضي للقمر الصناعي ، أى أبعد نقطة في مدار القمر الصناعي عن الأرض ، في منتصف المسافة بين الأرض والقمر ، كما تستوجب سرعة قدرها ١١.١ كم/ث كي تقع نقطة الأوج على مسافة القمر . ولو أننا زدنا السرعة النهائية إلى ١١.١٩ كم/ث - المرحلة الثانية من السرعة الكونية - فإن الحركة لن تكون إهليجية حول الأرض وإنما حول الشمس ، فيترك الجسم الأرض إلى الأبد بدون أن يصبح قمرًا صناعيًا لها . وكما في حالة المدارات الدائرية فإن السرعة الضرورية ، عند نهاية الإحتراق ، لبلوغ أبعد مسافة في مدار إهليجي تقل بزيادة الارتفاع عن سطح الأرض .

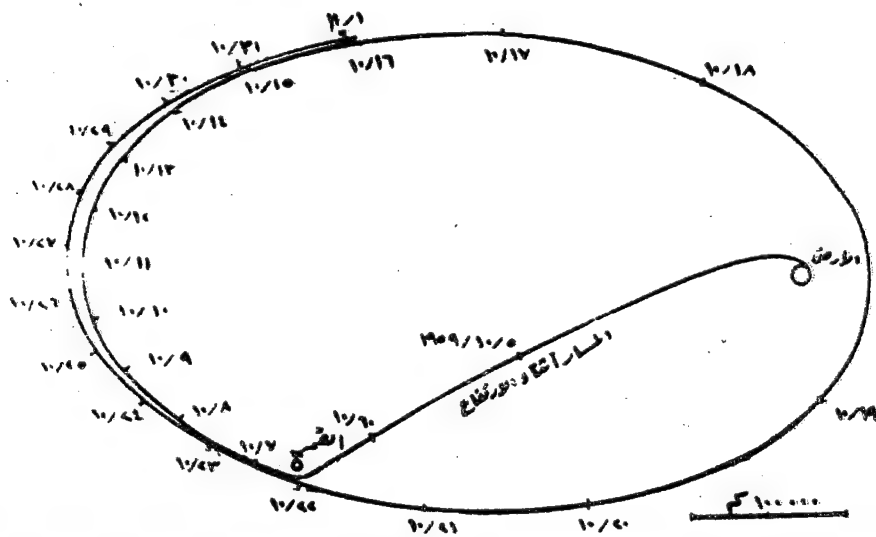
تنطبق ← قوانين كبلر على حركة الأقمار الصناعية في مداراتها مثلما تنطبق على حركة الكواكب في مداراتها حول الشمس . فالأقمار الصناعية تتحرك ، على أساس قانون كبلر الثاني ، بالقرب من الأرض ، في الحضيفض ، أسرع منها في الأوج . كما

طريق الإحتكاك بهواء الغلاف الجوى الأرضى تزداد السرعة وتقصّر زمن الدورة . وكلما صغر نصف القطر الأكبر للمدار غاص القمر بدرجة أكثر عمقا فى طبقات الغلاف الجوى الأرضى ، إلى أن يفتت القمر نتيجة للتأثير الحرارى وقوة الهواء تماما مثلما يحدث للنيازك .

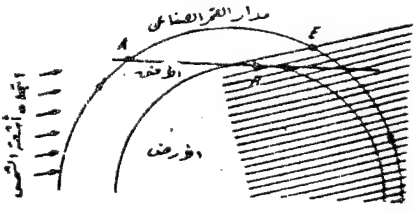
إن حيود الكرة الأرضية عن الشكل الكروى وعدم توزيع الكتلة فى داخلها توزيعا كرويا مائلا ، يعمل على تغيير وضع مستوى مدار القمر فى الفضاء وكذلك تغيير طفيف فى شكل المدار ، لأن هذا الحيدود فى شكل الأرض يتسبب فى حيود شكل مجال الجاذبية بحيث يصبح غير كروى تماما . وعجلة الجاذبية التى تؤثر على القمر الموجود على مسافة محدودة من مركز الأرض تعتمد على مكان القمر فوق سطح الأرض . وعجلة الجاذبية فوق خط الإستواء أكبر منها فوق القطب لنفس البعد عن مركز الأرض . وتسبب فلتحة الأرض فى حدوث حركة سبق لمدار القمر وذلك فى حالة عدم تطابق أو تعامد مستوى المدار مع مستوى خط الإستواء أو عليه . فإذا ما تواجد القمر فوق أى من نصف الكرة الأرضى الشمالى

أو الجنوبى ، فإن تأثير قوة جذب الحزام الإستوائى الأرضى تتسبب فى عزم دوران يحاول إدارة مستوى المدار فى مستوى خط الإستواء . وحسب نظرية المغزل فإن عزم الدوران يعمل حركة زحزحة تتمثل فى إدارة مستوى المدار حول محور ثابت فى الفضاء (السبق) ، كما أن خط الأوج والحضيض ، الذى يصل بين أوج وحضيض المدار ، يترجح فى مستوى المدار . وعلى ذلك يتغير العرض الجغرافى لكل من الأوج والحضيض مع مرور الزمن . ويقل تأثير هذا الإضطراب كلما زاد بعد الحضيض عن سطح الأرض .

فى حالة الأقمار صغيرة ، الكتلة وكبيرة المساحة السطحية فإن ضغط إشعاع أشعة الشمس يسبب كذلك تغيرا ملحوظا فى المدار . تعمل كل هذه الإضطرابات على تغيير كل من طول المحور الأكبر وإرتفاع الأوج والحضيض عن سطح الأرض وكذلك الإهليجية العددية للمدار مع الزمن . كما أنه من الممكن حدوث تغيرات فى عناصر المدار عن طريق أجهزة توجيه . وفى هذه الحالة يتم إدخال قطعة مدار إيجابى فى المدار الحر .



٢ مسار ليونيك ٣ أثناء الإرتفاع ومدارها فى دورتها الأولى حول الأرض . وتوضح التسميات مكان سفينة الفضاء فى منتصف الليل بالتوقيت العالمى . كما تدل على المكان الضريعى الذى تم منه تصوير الجانب المظلم من القمر . كما يرى على الرسم أيضا موضع القمر عندما إقربت منه ليونيك ٣ إلى أقل مسافة .



٣ الأرصاد البصرية للقمر الصناعي ممكنة فقط عندما يكون مكان الرصد B في ظل الأرض والقمر الصناعي فوق الأفق ومضاء بأشعة الشمس . وهذا هو الحال في القوس من A حتى E من المدار .

الأرض . اللهم إلا إذا كان القمر نفسه يرسل إشعاعا ذاتيا . أى أن الرؤية الضوئية للقمر الصناعي تظل مقتصره على فترة الشفق أى في الوقت الذي يكون فيه مكان الرصد قد بلغ الجانب المظلم للأرض بينما لا يزال القمر مضاء بأشعة الشمس . وفي كثير من الأحيان تظهر تأرجحات في لمعان الأقمار الصناعية تعزى لتغير المساحة العاكسة للقمر بسبب دوران أو ترنح القمر .

علاوة على الرصد الضوئي للقمر الصناعي بمساعدة كاميرات خاصة - وهي كاميرات عادية ذات أفلام حساسة ومزودة بعدسات بعدها البؤري طويل وأفلام فائقة الحساسية - فإنه يمكن أيضا تحديد حركة الأقمار الصناعية في مداراتها من خلال الاشارات اللاسلكية التي تلتقطها . لهذا الغرض تقاس التغيرات التي تحدث في الذبذبة نتيجة ظاهرة دوبلر . (أثناء المرور بمحطة الرصد تتغير السرعة الخطية للقمر بالنسبة للمحطة وتبعاً لها تتغير إشاراته اللاسلكية حسب ظاهرة دوبلر) . وهناك طريقة أخرى للرصد تعتمد على تحديد اختلاف التطور للإشارات اللاسلكية القادمة من القمر الصناعي وذلك بواسطة مقياس تداخل ، إنترفيرومتر ، له عديد من الهوائيات . (تختلف أزمته مرور الإشارات اللاسلكية عند الهوائيات المختلفة نتيجة لاختلاف المسافة بين القمر

من الممكن التفريق بين الأقمار القريبة ، التي تقع مداراتها كلية أو جزئيا في الغلاف الجوي الأرضي العلوي من ناحية ومن ناحية أخرى الأقمار البعيدة خارج الغلاف الجوي الأرضي . فبينما تكون الإهليجية العديدة لمدارات الأقمار القريبة في الغالب صغيرة نجد أن مدارات الأقمار البعيدة متباعدة في طولها وبالتالي فإن إهليجيتها العديدة أكبر . والاضطرابات الصغيرة نتيجة جو الأرض تكاد لا تؤثر في مدارات الأقمار البعيدة . لهذا السبب يمكن لهذه الأقمار الدوران لفترة طويلة إختيارية ، إلا أننا نلمس فيها تأثير جذب كل من الشمس والقمر ، اللذان يحدثان تغيرات في المدار . ويوضح الشكل مثالا للتأثير الحادث في مدار قمر صناعي عند مروره بالقمر . وفي الشكل تتضح أول دورة ونصف من دورات القمر الصناعي ليونيك - ٣ حول الأرض .

يحتل قمر صناعي «ثابت» على إرتفاع ٣٥٧٩٠ كم من سطح الأرض ويدور حولها في فلك دائري ، أهمية خاصة . فدورته حول الأرض عبارة عن يوم واحد بالضبط . وإذا ما تطابق مستوى مدار القمر مع المستوى الاستوائي للأرض فإنه يبقى دائما فوق نفس البقعة من خط الاستواء . أما إذا كان مستوى المدار مائلا على المستوى الاستوائي الأرضي فإن القمر يصنع على الكرة السماوية مدارا ظاهريا على شكل الرقم 8 ، ويبقى وضع المدار في هذه الحالة أيضا غير مستقر بالنسبة للنجوم الثابت .

طرق الرصد : يتحدد مدار القمر الصناعي كلية بمعلومية ستة من عناصر المدار يمكن إستنتاجها من الأرصاد . وتعتمد رؤية القمر الصناعي على كل من حجمه وقدرته العاكسة وبعده عن الراصد وكذلك تباين لمعانه مع خلفية السماء العامة . وهذا التباين أصغر في أثناء النهار عما يكنى لرؤية القمر بالوسائل المساعدة . كذلك لا يمكن رؤية القمر الصناعي أثناء الليل وذلك لوجوده في منطقة ظل

إليه الغلاف الجوى الأرضى . هذا بالإضافة إلى أن إضاءة السماء تقل خارج الغلاف الجوى الأرضى ، الأمر الذى ينتج عنه زيادات التباين بين الأجرام السماوية . وأخيرا فإنه يمكن من حيث المبدأ بناء أجهزة ضوئية كبيرة كبرا إختياريا نتيجة لحالة إنعدام الوزن السائدة هناك ، وبذلك يمكننا الوصول إلى قوة التفريق النظرية ، الشئ الذى لا نستطيعه بالأجهزة الأرضية الكبيرة ، بسبب عدم الإستقرار الهوائى (← المنظار) . ومن ناحية أخرى تنشأ صعوبات ضرورة نقل معلومات الرصد إلى الأرض وضرورة التوجيه الدقيق للآلات على الأجسام المراد رصدها ، وذلك إذا أردنا إستغلال قوة التفريق الراوى الجيدة .

تكمن الأهمية الخاصة للأقمار الصناعية بالنسبة للفلك فى أنه أمكن عن طريقها الوصول المباشر للأجسام الموجودة فى الفضاء القريب ، مثل مادة ما بين الكواكب والقمر والمريخ والزهرة والمشتري وزحل وإجراء القياسات بل وحتى عمل التجارب هناك . من أجل ذلك يتم إدخال السفن المأهولة وغير المأهولة بالإنسان . وفى كثير من الأحيان لا تكون هذه الأقمار أرضية بالمعنى الحقيقى وإنما أقمارا صناعية للقمر أو كويكبات صناعية ، أى أنها تكون فى هذه الحالة أجسام تنطلق من مدارات حول الأرض إلى مدارات حول القمر أو حول الشمس .

من قبض ما تم تنفيذه من مهام بواسطة الأقمار الصناعية حتى الآن نورد هنا بعض الأمثلة فقط : مراصد شمسية تدور حول الأرض تراقب الإشعاع الشمس فى نطاق الأشعة فوق البنفسجية وأشعة رونتجن . ومما تم إكتشافه فى هذا الشأن أن الإضطرابات الشمسية مصطحبة بنبضات فى أشعة رونتجن . ويجرى العمل فى برنامج تصنيف فوق بنفسجى للنجوم وكذلك دراسات طيفية فوتومترية لكل نجم على حده . وفى فضاء ما بين الكواكب تجرى قياسات للمجال المغناطيسى وكثافة تراب ما بين الكواكب . ومن خلال الأقمار الصناعية نعرف كثافة

وكل من الهوائيات . ولا تصل جبال الموجة ووديانها ، أى نفس الطور من الموجة الكهرومغناطيسية ، فى نفس الوقت إلى كل الهوائيات . ففى أثناء مرور القمر تبعد المسافة باستمرار وبذلك تحدث إزاحة فى الأطوار ، التى تصل فى نفس الوقت إلى مكان الرصد ، بالنسبة لبعضها البعض . وأخيرا يمكن إستعمال الأقمار الصناعية كعاكس إيجائى وقياس مسافاتها عن أماكن رصد مختلفة بواسطة أرصاد الرادار أو أشعة الليزر . ولا تعتمد الطرق غير الضوئية على الوقت من النهار ، أى أنه يمكن إجراؤها أثناء الليل وأثناء النهار ، إلا أن دقتها لا تبلغ دقة الطرق الضوئية .

تعتمد إمكانية رصد القمر الصناعى على وضعه فى مداره بالنسبة لمستوى الإستواء . فالقمر الصناعى الذى يدور فى المستوى الإستوائى تماما يشاهد فقط فى المناطق الإستوائية . وتزداد العروض التى يمكن منها رصد القمر الصناعى كلما زاد إرتفاعه عن سطح الأرض . كما يمكن رؤية القمر الصناعى فى عروض أكبر فى حالة كبر ميله على مستوى الإستواء ، حتى إذا مر القمر بالقطبين ، أى إذا بلغ ميل مستوى مداره على مستوى الاستواء الأرضى ٩٠ ، فإن القمر يظهر فى سمت كل نقطة على سطح الأرض .

يعتبر حساب المدار الحقيقى للقمر الصناعى ، بمعلومية المعلومات المرصودة ، بسيط نسبيا بينما الحساب المسبق للمدار على العكس من ذلك معقد جدا خصوصا إذا دارت الأقمار فى مداراتها تحت تأثير إضطرابات كثيرة وشديدة (إنظر بعده) .

المهام العلمية للأقمار الصناعية :- إن القيمة الفلكية للأقمار الصناعية تتمثل فى إمكانية إجراء أرصاد خارج الغلاف الجوى الأرضى بالإضافة إلى أهميتها للميكانيكا السماوية . فخارج الغلاف الجوى الأرضى يتلاشى الإقتصار على موجات الطيف الواقعة فى النطاق البصرى والنطاق الراديو ، الذى يضطربنا

وأقرب نجم ثابت منا هو . الأقرب القنطوري
الذى يوجد قريبا جدا من النجم اللامع
قنطورس .

قنوات المريخ

Canals of Mars
canaux de Mars (pm)
Marskäräle (pm)

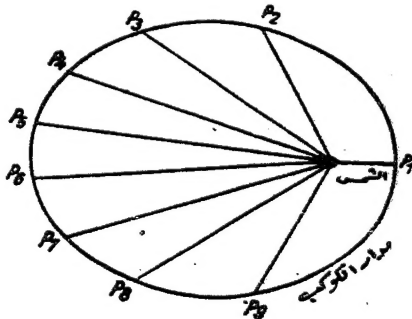
← المريخ .

قوانين كبلر

Kepler laws
lois de Kepler (pf)
Keplergesetze (pn)

هى قوانين أوجدها كبلر لشرح حركات الكواكب
في المجموعة الشمسية ، وذلك بالطريق التجريبي من
أرصاء حركات الكواكب . ومن الناحية النظرية
يمكن إستنباط هذه القوانين من قانون الجاذبية الذى
أوجده نيوتن بعد ذلك (← الجاذبية) .

يعطى القانون الأول لكبلر شكل المدار : تتحرك
الكواكب في قطاعات ناقصة تحتل الشمس إحدى
بؤراتها . ويعطى قانون كبلر الثانى بيانات عن الحركة
في المدار . فيقطع نصف القطر الواصل بين الشمس
والكوكب مساحات متساوية في الفترات الزمنية
المتساوية (قاعدة المساحة) . ويدل ذلك على أن
الكوكب يتحرك وهو قريب من الشمس أسرع منه
وهو بعيد عنها (الشكل) . ويعطى قانون كبلر الثالث
العلاقة بين وقت الدوران في المدار وحجم المدار .



قانون المساحة :

الخط الواصل بين الكوكب والشمس يقطع في أزمنة
متساوية مساحات متساوية . ولذا فإن الكوكب يتحرك
بالقرب من الشمس أسرع منه وهو بعيد عنها .

وسرعة الإشعاع الجسيمى القادم من الشمس ،
الرياح الشمسية . وقد تم إكتشاف تجمع الأشعة
الكونية في الأحزمة الإشعاعية وكذلك تركيب طبقة
الماجنيتوسفير الأرضية . كما تجرى دراسة الحالة الطبيعية
لطبقات الجو العليا وخصوصا الأيونوسفير . ويمكن ،
بمعاونة أقمار خاصة للأرصاء الجوية ، مراقبة أحداث
الطقس في الطبقة السفلى من الغلاف الجوى
الأرضى . كما أن الأقمار الصناعية المساحية تستعمل في
عمل القياسات الدقيقة لسطح الكرة الأرضية . ومن
الإضطرابات المدارية للأقمار الصناعية القريبة يمكن
إستنباط شكل الأرض وشكل مجال الجاذبية في
الطبقات العليا من جسم الأرض .

عرض تاريخي : كان أول إنطلاق ناجح لقمر
صناعى ، سبوتنيك ١ ، في الرابع من أكتوبر عام
١٩٥٧ من قِبل الإتحاد السوفيتى . وبعد شهر إنطلق
سبوتنيك ٢ ، الذى كان من بين حمولته كلب في
كابينته . وكان أول إطلاق لقمر أمريكى ،
المستكشف ١ ، في أول فبراير ١٩٥٨ . وأمكن
إطلاق أول سفينة مأهولة لأول مرة بتاريخ بتاريخ
١٢ أبريل ١٩٦١ ، حيث إنطلق الميجور السوفيتى
يورى جاجارين في فوستوك ١ ودار حول الأرض في
مدة ١٠٦ دقيقة . ثم كان في ٢٠ فبراير ١٩٦٢ أول
إنطلاق أمريكى لسفينة فضاء مأهولة هى ميركورى
(أو عطارد I) التى حملت ج جلين .

قمة الحديد

iron peak
pic de fer (sm)
Eisenspitze (sf)

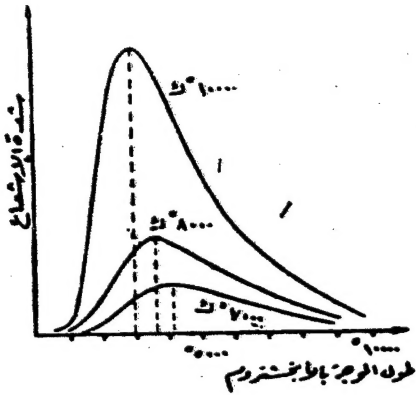
هى النهاية العظمى عند عنصر الحديد في منحنى

← شيوخ العناصر الكيماوية .

قنطورس

Centaurus, Cen (L)
centaurus
centaure (sm)
Zentaur (sm)

هو إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبي . وتقع
الأجزاء الجنوبية من هذه الكوكبة في سكة التبانة .



توزيع الطاقة في طيف جسم أسود لدرجات حراره مختلفه . وقد تم توضيح الطول الموجي لأعلى طاقة بخط رأسى مشرط .

إشعاع . وهذا الجسم الأسود يبعث بإشعاع أكثر من أى جسم آخر على نفس درجة حرارته . ويمكن تقريب ذلك وتحقيقه عن طريق حيز كروى ، نحفظ بدرجة حرارة جداره المشعة ثابتة ، ثم نشاهد إشعاعه من خلال ثقب صغير فقط في الجدار . يسمى مثل هذا الإشعاع أسود أو إشعاع الحيز الكروى . في هذه الحالة يتحدد توزيع الطاقة في الطيف على الموجات المختلفة من قانون بلانك . فتزداد كثافة الطاقة في جميع أنحاء الطيف كلما إرتفعت درجة حرارة الجسم المشع (الشكل) . ويلاحظ أن طول الموجة لأعلى طاقة λ_{max} تتزحزح بزيادة درجة الحرارة دائماً ناحية الموجات الأقصر . وهذه الإزاحة ترى واضحة في الشكل ، الذى تم عليه أيضاً توضيح مكان طول الموجة لأعلى طاقة . وتتجميع طاقة الإشعاع في كل الطيف فإننا نحصل على الطاقة الكلية للإشعاع . وهذه تعتمد فقط على درجة الحرارة T ، بحيث تريد في تناسب مع T^4 ، (قانون ستيفان-بولتزمان) . ويحتوى الجدول التالى كل من λ_{max} والطاقة المنبعثة من اسم^١ في كل ثانية في كل الطيف وذلك لبعض درجات الحرارة :

فالأس الثالث لنصفى القطرين الكبيرين (a_1, a_2) لمدارى كوكبين يرتبطان مع بعضهما بالعلاقة بين مربع زمن الدورة (U_1, U_2) للكوكبين . أى أن $\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{U_1^2}{U_2^2}$. والقانون الثالث لا ينطبق تماماً لأنه

بأخذ في الاعتبار قوة جذب الشمس فقط وليس الكواكب أيضاً . وبصورة أدق يصبح القانون :

$$\frac{a_1^3}{a_2^3} = U_1^2(M + m_1) : U_2^2(M + m_2)$$

حيث M كتلة الشمس ، m كتلة الكوكب .

وحيث أن كتلة الكوكب حتى لأكبر الكواكب ،

وهو المشترى ، لا تزيد عن $\frac{m}{M} = \frac{1}{1047}$ ، فإن

القانون الثالث لكبلر في شكله الأصلى هو تقريب جيد

$$\frac{a^3}{U^2(M+m)} = \frac{G}{4\pi^2}$$

حيث G ثابت الجاذبية ، π النسبة التقريبية .

إن قوانين كبلر تصف حالة خاصة من حركة

جسمين ، يقعان تحت تأثير جذبهما المتبادل فقط . أما

القوانين العامة للحركة فتدرس تحت ← مسألة

الجسمين . وإذا ما أضيف جسم أو أكثر إلى الجسمين

فإن ذلك يؤثر في علاقات حركة هذين الجسمين

وذلك إذا كانت كتلته (أو كتلتها) تقارن بكتلتى

الجسمين الأصليين . وفي هذه الحالة لا تنطبق قوانين

كبلر بنفس الدقة . وهذا هو الحال في المجموعة

الشمسية ، التى تتأثر فيها حركة الكوكب بالاضطراب

الذى يحدثه كوكب آخر .

قوانين الإشعاع

radiation laws

lois du rayonnement (pf)

Strahlungsgesetze (pm)

يبعث كل جسم بإشعاع كهرومغناطيسى ، تعتمد

شدته والتوزيع الطيفي لطاقته على كل من درجة

الحرارة وخواص الجسم . وقد إتضح أن إشعاع جسم

ما يزداد كلما إزدادت قدرته على الإمتصاص .

الإشعاع الأسود يُعرف جسم ما بأنه أسود مثالى

عندما يمتص هذا الجسم تماماً كل ما يسقط عليه من

درجة الحرارة (° ك)	(بالإنجيزوم)	قدرة الإشعاع (وات/سم ^٢)
١٠٠٠	٢٩٠٠٠ (تحت الأحمر)	٥٨
٤٠٠٠	٧٢٠٠ (الأحمر)	٣١٠×١٠٥
٧٠٠٠	٤١٢٠ (البنفسجى)	٤١٠×١٠٤
١٠٠٠٠	٢٩٠٠ (فوق البنفسجى)	٤١٠×٥٨
١٠٠٠٠٠	٢٩ (نطاق رونتجن)	١٢١٠×٥٨

ما عندما يكون طليق الحركة . وكمية الحركة هي عبارة عن حاصل ضرب الكتلة في السرعة . ولما كانت الكتلة في الغالب غير متغيرة فإن كمية الحركة تتغير تبعاً لتغير السرعة : ← القوة = الكتلة × العجلة .

(لا تنطبق هذه العلاقة في حالة السرعات الكبيرة التي يمكن مقارنتها بسرعة الضوء ، حيث لا يمكن في مثل هذه الحالة إعتبار الكتلة ثابتة ، حسب ← النظرية النسبية) . تعتبر القوى المهمة في المجالات الفلكية هي تلك التي تأتي من جذب المادة (← الجاذبية) . وحدة القوة هي النيوتن ، أى أن النيوتن هو القوة التي تعمل على إكساب كتلة قدرها واحد كجم عجلته قدرها ١ م/ث^٢ . ويسمى الجزء من مائة ألف من النيوتن بالدالين : ١ دالين = ٢٠ نيوتن = ١ جم سم/ث^٢ .

قوة الإشعاع

luminosity

luminosité (sf)

Leuchtkraft (sf)

هي الطاقة التي يشعها نجم ما في كل ثانية وتقاس بالإرج . وبدلاً من قوة الإشعاع يستخدم في كثير من الأحيان مكافئها اللمعان البولومتري المطلق M_{bol} . والنجم الذي له $M_{bol} =$ صفر قدر ، يشع في الثانية الواحدة ٢٧٢×١٠^{٣٠} إرج . وعلى أساس العلاقة بين شدة الإشعاع و لمعان نجم ما (← اللمعان) فإنه هناك علاقة بين قوة الإشعاع L واللمعان البولومتري المطلق هي : $L = 2.72 \times 10^{35-0.4 M_{bol}}$

حيث تقاس L بالإرج/ث واللمعان البولومتري بالأقدار ، ومعمونة هذه المعادلة يمكن حساب L عندما نعرف اللمعان الحقيقي البولومتري للنجم ما .

الإشعاع غير الأسود إذا ما نقص إشعاع جسم ما في جميع مناطق الطيف بنسبة ما عن الإشعاع الأسود فإننا نتحدث في هذه الحالة عن الإشعاع الرمادى . أى أن الجسم ذو الإشعاع الرمادى له لمعان كلى أصغر من ، ولكن نفس اللون مثل ، الجسم ذى الإشعاع الأسود الذى يتساوى معه في درجة الحرارة . أما إذا كانت الطاقة المنبعثة مختلفة في درجة نقصانها في الموجات المختلفة عن الإشعاع الأسود فإن الجسم يكون عبارة عن مُشع إنتخابى .

لما كانت كل الأشعة يتم إمتصاصها في المادة الكثيفة جداً داخل النجوم بعد مسافة قصيرة ، فإنه يمكن إعتبار داخل النجوم كأجسام سوداء . أما الطبقات الخارجية ، التي يأتينا منها الإشعاع مباشرة فهي على خلاف ذلك تشع بطريقة إنتخابية مثلاً يتضح على سبيل المثال من خطوط الإمتصاص العريضة جداً . ونجد احدى حالات الإشعاع الانتخابى المتطرفة فيما ينبعث من السدم الغازية ، التي تُشع في النطاق البصرى من الطيف في قليل من خطوط الانبعاث فقط .

القوس النهاري

diurnal arc

arc diurne (sm)

Tagbogen (sm)

هو القوس الدائرى الواقع فوق الأفق من مدار جرم سماوى ، والذي يصنعه هذا الجرم أثناء الحركة اليومية الظاهرية (الشكل ، ← حركات الأجرام السماوية) .

القوة

force

force (sf)

Kraft (sf)

هي التأثير الذى يؤدي إلى تغيير كمية حركة جسم

عال - وتحت نفس الظروف الطبيعية الأخرى - تكون أكثر اتساعاً وأكثر خفوتاً عنها في حالة ضغط أقل (← الطيف) . ولهذا السبب فإن الخطوط أضيق في العالقة وفوق العالقة من النجوم نتيجة لانخفاض الضغط في غلافها الجوى عن الخطوط المائلة في نجوم التابع الرئيسى ، التى يسود في جوها ضغط عال .

وهناك طريقة أخرى لتحديد قوة إشعاع نجم ما بدون معرفة بعده عن الأرض تعتمد على قياس نصف القطر R ودرجة الحرارة الفعالة T_e للنجم . ويمكن معرفة درجة الحرارة الفعالة للنجم إذا عرفنا طيفه . أما أنصاف الأقطار فيمكن تعيينها لقليل من النجوم بالدقة المطلوبة . ولهذا فإن هذه الطريقة تقتصر على هذا القليل من النجوم . وإذا ما تم تعيين نصف قطر النجم بوحدة نصف قطر الشمس ، فإننا نحصل على قوة الإشعاع بوحدة قوة إشعاع الشمس

$$L = R^2 \left(\frac{T_e}{5785} \right)^4$$

حسب العلاقة حيث ٥٧٨٥° ك هي درجة الحرارة الفعالة للشمس . وكلما زاد نصف القطر وكلما ارتفعت درجة الحرارة الفعلية فإن قوة الإشعاع تزداد .

إن قوة إشعاع النجوم كل بذاته متباينة جداً . ففروق العالقة لها أكبر قوة إشعاع وذلك بسبب كبر مساحة سطحها ؛ ويمكن أن تبلغ ١٠٠٠٠٠ مرة قدر قوة إشعاع الشمس البالغ 3.9×10^{33} إرج/ث = 3.9×10^{33} كيلوات . وأكبر قوة إشعاع معروفة لنجم حتى الآن هي للنجم HD33579 ، وهو أحد النجوم في سحابة مجلان الكبيرة وقوة إشعاعه 1.0×10^6 قدر قوة إشعاع الشمس . وأقل قوة إشعاع معروفة لنجم حتى الآن هي للنجم Wolf 1055 (= Ross 652) وهو العنصر الأخفت في مزدوج نجومى ؛ ويبلغ قوة إشعاعه 6.6×10^{-10} قدر قوة إشعاع الشمس . ومن المؤكد أن هناك نجوما ذات قوة إشعاع أقل من ذلك إلا أن احتمال إكتشافها صغيراً جداً نظراً لقلة لمعاتها الظاهري .

أما اللمعان الحقيقي لنجم ما فيمكن إستنتاجه من أرصاد اللمعان الظاهري m عندما نعلم مسافة النجم r (مقاسه بالبارسك) عن الأرض من أرصاد أخرى منفصلة ، لأن : $M = m + 5 - 5 \log r$ ولا بد عند تطبيق هذه المعادلة من تدارك أن الإستبعاد الحادث من مادة ما بين النجوم صغير لدرجة يمكن إهماله أو أن تأثيره على اللمعان الظاهري معروف . وعلى ذلك فإنه ليس من السهل إستخراج اللمعان الحقيقي البولومتري ، لأن ما يدخل في المعادلة من لمعان ظاهري يقاس إما في النطاق البصرى أو الفوتوغرافى أو الكهروضوئى فقط . لذلك يلزم ، على سبيل المثال ، إدخال تصحيح بولومتري على اللمعان الحقيقى (← اللمعان) كى نحصل منه على اللمعان الحقيقى البولومتري .

ويدون معرفة البعد عن الأرض يمكن أيضاً تحديد قوة الإشعاع لنجم ما على أساس معيار قوة الإشعاع من طيف ذلك النجم ، إذ أنه لنفس درجة الحرارة الفعالة فإن النجوم ذات الأقطار الكبيرة لها القوة الإشعاعية الكبيرة لأن لها سطح أكبر مشع . هذا من ناحيه ومن ناحية أخرى فإن شدة الخطوط الطيفية تتغير مع ثبات درجة الحرارة حسب قطر النجم ، إذ أنه كلما كبر القطر تقل قيمة عجلة الجاذبية ، ويتبع ذلك قلة الضغط في غلاف النجم وزيادة درجة التأين ، الأمر الذى يؤثر على شدة بعض الخطوط الطيفية . وكمعيار لقوة الإشعاع تستخدم النسبة بين شدة خطوط طيفية محددة وحساسة لتغير الضغط ، على أن يتم معايرة هذه الطريقة على نجوم تم تحديد قوة إشعاعها بطرق أخرى . ويمكن بذلك الحصول على قوة إشعاع النجم بخطأ ± 0.5 قدرا . ويمكننا فقط تطبيق هذه الطريقة على النجوم اللامعة التى يمكن تفريق طيفها بدرجة كافية . ويستخدم معيار قوة الإشعاع هذا أيضاً لتحديد ← نوع قوة الإشعاع . كذلك يمكن إستنتاج قوة الإشعاع من إتساع الخط الطيفى للنجم ؛ فالخطوط الطيفية الناشئة تحت ضغط